Experimentell ökologische Untersuchungen an 15 slovenischen Buchenprovenienzen zur Beurteilung ihrer Anbaufähigkeit in der Bundesrepublik Deutschland

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Forstwissenschaftlichen Fakultät
der
Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br.

vorgelegt von
Benoît Sittler
aus Rhinau (Frankreich)

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543112_0003

Experimentell ökologische Untersuchungen an 15 slovenischen Buchenprovenienzen zur Beurteilung ihrer Anbaufähigkeit in der Bundesrepublik Deutschland

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Forstwissenschaftlichen Fakultät

der

Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br.

Vorgelegt von

Benoît Sittler

aus Rhinau (Frankreich)

1981

Dekan:	Professor Dr. R. Grammel
Leiter der Arbeit:	Professor Dr. J. Barner
Referent:	Professor Dr. J. Barner
Koreferent:	Professor Dr. H. Schmidt-Vogt

Tag der Verkündigung
des Prüfungsergebnisses: 9. Februar 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Vorwort

Die Anfertigung der vorliegenden Arbeit erfolgte in der Forschungsstelle für experimentelle Landschaftsökologie unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Jörg Barner. Für seine großzügige Unterstützung und ständige Beratung möchte ich Ihm meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Mein Dank gilt auch der Abteilung für Biometrie, bzw. den Herren Dr. Bernauer und Prof. Dr. Pelz für Ihre Anregungen bei den statistischen Auswertungsarbeiten.

Herrn Forstwirt E. Zähringer, der mir bei den Freilandversuchen, deren aufwendiger Überwachung mit seiner ständigen Hilfe stets zur Seite stand und darüberhinaus bei den Zeichenarbeiten mitwirkte, möchte ich ebenfalls danken.

Auch für die von Frau Marx, Frau Schmid und Frau Neyses geleistete Mitarbeit bei der Reinschrift möchte ich an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

Nicht zuletzt möchte ich meine Dankbarkeit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ausdrücken, welches diese Arbeit finanzierte.

Ohne die stets freundliche Mithilfe der genannten Personen wäre die Arbeit in vorliegender Form nicht zustandegekommen. Jedoch möchte ich an dieser Stelle auch noch allen denjenigen Dank sagen, die mit ihrem Rat halfen, hier aber namentlich nicht erwähnt sind.

Inhalt

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Material und Methode	8
	1. Die untersuchten Provenienzen	8
	2. Die Termine der Auspflanzung auf die Versuchsfläche	16
	3. Das auf den Versuchsflächen vorherrschende Klima	18
	4. Die Bodenverhältnisse der Versuchsfläche	27
	5. Die durchgeführten Untersuchungen	38
	A. Die phänologischen Untersuchungen	38
	B. Die Untersuchungen über die Ausfallprozente	39
	C. Die Untersuchungen über die Spätfrost-Folgeschäden im Jahre 1979	4o
	D. Die Untersuchungen der am Ende des Spätfrostjahres 1979 gebildeten Jahreszuwüchse und ihre Beziehungen zur gebildeten Blattmasse	43
	E. Die Aufnahmen zur Erstellung der Idiogramme	43
	F. Die Aufnahmen zur Erstellung der Morphogramme	46
III.	Darstellung der Befunde	49
	1. Die phänologischen Befunde	49
	2. Die Befunde über die Ausfallprozente nach der zweiten Vegetationsperiode	53

Seite

3. Die Befunde über die Spätfrost-Folgeschäden vom Jahre 1979 57
4. Die Befunde der am Ende des Spätfrostjahres 1979 gebildeten Jahreszuwüchse und ihre Beziehungen zu der gebildeten Blattmasse 63
5. Die Befunde der Idiogramme 76
6. Die Befunde der Morphogramme 120

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse 169
1. Methoden 169
2. Ergebnisse bei den einzelnen Provenienzen zur Beurteilung der Anbaufähigkeit in der Bundesrepublik 173
A. Provenienzen, die sich durch weitgehend bessere Eigenschaften auszeichnen 173
B. Provenienzen, deren Leistungen etwa auf der Höhe der bundesrepublikanischen Kontrollprovenienz liegen 177
C. Provenienzen mit unterdurchschnittlichen Leistungen 183

V. Besprechung der Ergebnisse 192

VI. Angeführte und benützte Literatur 198

I. Einleitung

Im Waldbau der Bundesrepublik Deutschland spielt die Baumart Buche insofern eine bedeutsame Rolle, als sie in vielen Beständen den Grundbestand bildet. Doch ist ihre waldbauliche Beurteilung in waldbaulichen Kreisen verschieden. Manche Waldbauer betrachten sie - wie oben erwähnt - als unverzichtbaren Grundbestand und bezeichnen sie als "Mutter des Waldes", die anderen beklagen ihr Überhandnehmen und sprechen von einer "Verbuchung" und wollen ihr daher nur eine untergeordnete dienende Rolle im Waldbau zusprechen. Wiederum andere heben ihre bodenverbessernde Wirkung hervor, während andere ihr auf verschiedenen Standorten eine bodenverbessernde Wirkung absprechen.

Vermehrt werden die verschiedenen Ansichten noch durch unterschiedliche Auffassungen über ihre wachstums- und ertragskundlichen Leistungsunterschiede, die in verschiedenen Ländern auf deren verschiedenen Standorten festgestellt werden konnten.

Hinzu kommt, daß in der Vergangenheit einige Waldbauautoren genetisch bedingte Unterschiede festzustellen glaubten, wobei sie annahmen, daß diese Unterschiede aufgrund von Selektionen, die sich im Laufe langer Zeiträume abspielten, zurückzuführen seien.

Einer der ersten, die auf mögliche derartige Unterschiede aufmerksam machte, war ENGLER, dem auffiel, daß grundlegende Wachstumsunterschiede bei dänischen Buchen und schweizerischen Buchen vorhanden sind. Später machte ROHMEDER die Beobachtung, daß ein deutlich verschiedenes Verhalten gegenüber Kälteeinwirkungen zu beobachten sei, wobei er ein unterschiedliches

Verhalten bei den verschiedenen Arten von Frösten feststellen konnte: bei Spätfrost im Frühjahr, Frühfrost im Herbst und bei Winterfrost. Ihm fiel außerdem auf, daß Buchen nach Einbruch des Spätfrostes im Frühjahr dann noch durchkommen konnten, wenn sie zu diesem Zeitpunkt ihre Blätter noch nicht ausgetrieben hatten.

Außerdem stellte ROHMEDER im Hinblick auf den Winterfrost sehr verschiedene Kälteresistenzgrade fest, wobei er bei den von ihm untersuchten Buchenprovenienzen zu dem Schluß kam, daß diejenigen Buchen, die über die höchste Kälteresistenz verfügten, autochthon sind und daß sie auf ihren Standorten über lange Zeiträume hinweg genügend Zeit fanden, wiederholten Kälteeinbrüchen und den damit verbundenen Selektionierungen standzuhalten.

RODENWALD machte auf Herkünfte aufmerksam, die sich phänologisch verschieden verhielten. Er unterschied sogenannte "Frühtreiber" und "Spättreiber", wobei er von den "Spättreibern" der Ansicht war, daß sie gegenüber der Kälte und zu Beginn des Winters nicht genügend widerstandsfähig seien.

Durchgehend geht aus der vorliegenden Buchenliteratur hervor, daß sehr viele Autoren annahmen, daß sie keineswegs als eine genetisch einheitliche Holzart anzusehen sei, sondern daß sie vielmehr in mehr oder minder unterschiedliche Provenienzen einzuteilen sei.

So wies außer ENGLER, RODENWALD und ROHMEDER u.a. auch ELLENBERG darauf hin, daß er bei verschiedenen Buchenprovenienzen eine unterschiedliche Trockenresistenz wahrgenommen habe, die nach seiner Beobachtung mit zunehmendem Alter immer deutlicher hervortrete, und zwar in einem provenienzspezifisch verschiedenen Ausmaß.

Mangelnde Kälteresistenz und Trockenresistenz sind somit zwei Phänomene, die von den genannten Autoren beobachtet werden konnten: Frostrisse in Form der Zerreißung des Holzgewebes aufgrund der Einwirkung extremer Winterfröste; Rindenbrand, also die Beschädigung der Borke aufgrund der Einwirkung durch direkte Sonnenstrahlung, insbesondere dann, wenn der Buchenschaft längere Zeit unter Beschattung stand und dann durch plötzliche Freistellung einer direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt worden war.

Nun kommt zu dem unterschiedlichen Komplex der Kälte- und Trockenresistenz noch der auch von vielen Waldbauern beobachtete Komplex der unterschiedlichen Morphologie hinzu, auf den ganz besonders SCHÄDELIN aufmerksam gemacht hatte. SCHÄDELIN war im Zuge seiner Studien auf dem Gebiet der Bestandespflege bestrebt, die Bestandesglieder danach auszulesen, daß am Ende der Pflegetätigkeit nur gut geformte Bestandesglieder im Bestand verblieben.
Die von SCHÄDELIN häufig beobachteten morphologischen Typen sind in einer generalisierenden Darstellung von HENGST abgebildet worden, aus der hervorgeht, daß man bei der Buche morphologische Typen unterscheiden kann, die in Abb. 1 bis 3 mit Details über die Knospenbildung abgebildet sind.

Die Problematik unterschiedlichen phänologischen Verhaltens, also die Problematik des Früh- und Spättreibens, sowie die Problematik des Verhaltens gegenüber Früh- und Spätfrösten und schließlich die Problematik der unterschiedlichen Morphologie (durchgehende Schaftbildung mit eindeutiger Leitknospe oder gabelige Verzweigung mit Zwieselknospigkeit) ist auch dann gegeben, wenn es darum geht, statt einheimischer Buchen, Buchen von ausländischer Herkunft im bundesrepublikanischen Waldbau einzusetzen, wie dies § 1o a des Gesetzes über das forstliche Saat- und Pflanzgut (FSaatG) gestattet, von dem man seit Erlaß

Abb. 1: links: Gut veranlagte und gut gewachsene Jungbuchen mit eindeutigem Leittrieb und verhältnismäßig waagerecht von der Hauptachse sich verzweigenden Seitenästen Gipfelknospe einzelstehend.

rechts: Scheinbar gut veranlagte Jungbuche mit deutlich ausgeprägten Zwieselknospen und steil nach oben gerichteten Seitenästen. Eine Veranlagung zur weiteren Zwieselbildung ist durch die Zwieselendknospe angezeigt.

Abb. 2: 2 Jungbuchen, die zu einer eindeutigen Zwieselbildung neigen:

links: Zur Zwieselbildung neigende Buchen, die lediglich durch Dichtstand an der vollen Ausbildung ihrer mehrfach übereinander angesetzten Zwieselbildung gehindert wurde.

rechts: Infolge Freistand voll ausgebildete anlagebedingte Zwieselbildung. Die Verzwieselung ist so stark, daß die Pflanze ein strauchförmiges Aussehen erhalten hat und eine eindeutige Mehrgipfeligkeit eingetreten ist.

Abb. 3: Doppel- und Mehrfachknospenbildungen am Leittriebende von Buchen. Die Knospenbildungen links und in der Mitte stammen von mehrfach verzwieselten Pflanzen. Die Knospenbildung rechts stammt von einer bereits strauchartig ausgebildeten Pflanze.

dieses Gesetzes Gebrauch machte. So werden je nach dem Anfall der Saatguternte im Ausland jährlich viele Zentner von Buchensaatgut hauptsächlich aus Südosteuropa eingeführt, von dem man keine Kenntnis darüber hat, wie sich die aus den Samen entwickelnden Pflanzen phänologisch und morphologisch verhalten und wie ihr Verhalten im Hinblick auf die Kälte- und Trokkenresistenz zu beurteilen ist.

Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit 15 aus Jugoslawien importierten Provenienzen, die als Jungbuchen importiert worden waren. An diesen 15 Provenienzen nahmen wir phänologische Untersuchungen sowie Untersuchungen über ihr Wachstum und Morphologie und darüberhinaus über ihre Kälte- und Trockenresistenz vor. Es kann schon an dieser Stelle das Ergebnis vorweggenommen werden, daß die importierten Buchenprovenienzen bis zum heutigen Tage zum Teil Eigenschaften entwickelt hatten, die denen der bundesrepublikanischen Kontrollprovenienz gleichkamen. Wiederum fanden wir Provenienzen, die Mängel aufwiesen, so daß deren Anbau in der Bundesrepublik schon aus der Sicht des derzeitigen Untersuchungsstadiums wegen eindeutigen Versagens schon im Pflanzenalter nicht empfohlen werden kann. Wiederum fanden wir einige Provenienzen, die in einer Reihe von Eigenschaften der bundesrepublikanischen Kontrollprovenienz überlegen waren.

Dies gilt natürlich nur für die eingeführten Buchenprovenienzen, die uns als 5-jährige Pflanzen geliefert worden waren. Wir hatten sie auf sämtlichen Prüffeldern der Freifeldprüfanlage bei Freiburg und außerdem in einem Kältesee des Schauinslandmassivs in 1000 m Höhe ausgepflanzt, um insbesondere dort das Kriterium der Kälteresistenz näher studieren zu können.

II. Material und Methoden

1. Die untersuchten Provenienzen

Wir untersuchten 15 Provenienzen der Slovenischen Republik der nördlichst gelegenen Republik Jugoslawiens, die von der Staatlichen Pflanzschule in Menges geliefert worden sind. Die Pflanzen wurden uns per Luftfracht Ende März 1978 geliefert, und zwar in einer Anzahl von durchschnittlich 6oo Pflanzen je Provenienz.

Die Provenienzen hatten folgende Bezeichnungen und stammten aus folgenden Forstbezirken:

L 5	aus	dem	Forstamtsbezirk	RADLJE
L 12	"	"	"	LENART
L 18	"	"	"	RUSE - LOBNICA
L 19	"	"	"	RUSE - LOBNICA
L 2o	"	"	"	RUSE - LOBNICA
L 21	"	"	"	PODVELKA
L 29	"	"	"	STRAZA
L 3o	"	"	"	CRMOSNJICE
L 34	"	"	"	KOSTANJEVICA
L 33	"	"	"	PISECE
L 36	"	"	"	ROGASKA SLATINA
L 38	"	"	"	IDRIJA
L 41	"	"	"	PLANINA
L 43	"	"	"	SLOVENJE KONJICE
L 46	"	"	"	PTUJ

Über Höhenlage, Waldgesellschaft, den prozentualen Anteil der Buchen vergleichsweise zu anderen Holzarten im Bestand, Exposition und Inklination, Schlußgrad, Bestandesentstehung und Bestandesalter erhielten wir folgende Angaben:

Mutterbestand Nr. 1: Provenienz L 5

Höhenlage: 115o m

Waldgesellschaft: Abieto-Fagetum Austroalpinum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 8o%

Exposition und Inklination: N-W, 2o-25°

Schlußgrad: o,7

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 1oo Jahre

Mutterbestand Nr. 2: Provenienz L 12

Höhenlage: 33o -35o m

Waldgesellschaft: Querceto-Carpinetum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 1oo%

Exposition und Inklination: N-W, 5-15°

Schlußgrad: o,9 - 1

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 1oo Jahre

Mutterbestand Nr. 3: Provenienz L 18

Höhenlage: 11oo -115o m

Waldgesellschaft: Fageto-Asperuletosum
Dentarium Cardaminetosum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 5o%

Exposition und Inklination: N-O, 1o-15°

Schlußgrad: o,9

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 11o Jahre

Mutterbestand Nr. 4: Provenienz L 19

Höhenlage: 11oo - 115o m

Waldgesellschaft: Fageto-Asperuletosum
Dentarium Cardaminetosum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 9o%

Exposition und Inklination: N-O, 15-2o°

Schlußgrad: o,8

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 15o Jahre

Mutterbestand Nr. 5: Provenienz L 2o

Höhenlage: 7oo - 75o m

Waldgesellschaft: Abieto-Fagetum Austroalpinum
Luzuletosum altidae

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 9o%

Exposition und Inklination: N, 15-2o°

Schlußgrad: o,8

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 14o Jahre

Mutterbestand Nr. 6: Provenienz L 21

Höhenlage: 95o - 1ooo m

Waldgesellschaft: Abieto-Fagetum Austroalpinum Luzuletosum altidae

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 7o%

Exposition und Inklination: N, 15-2o°

Schlußgrad: o,8

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 1o5 Jahre

Mutterbestand Nr. 7: Provenienz L 29

Höhenlage: 55o m

Waldgesellschaft: Cephalantherae damasonium Asaro-Fagetum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 9o%

Exposition und Inklination: N-O, 15-2o°

Schlußgrad: o,6

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 14o Jahre

Mutterbestand Nr. 8: Provenienz L 3o

Höhenlage: 92o m

Waldgesellschaft: Amphalodes vernae Abieto-Fagetum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 85%

Exposition und Inklination: O, 5-1o°

Schlußgrad: o,8

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 14o Jahre

Mutterbestand Nr. 9: Provenienz L 32

Höhenlage: 815 m

Waldgesellschaft: Abieto-Fagetum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 1oo%

Exposition und Inklination: N-Nw, o-5°

Schlußgrad: o,4

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 15o Jahre

Mutterbestand Nr. 1o: Provenienz L 33

Höhenlage: 43o -44o m

Waldgesellschaft: Aposeris foetidae Asaro-Fagetum neottiarum Quercetosum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 1oo%

Exposition und Inklination: S, 25-3o°

Schlußgrad: o,7

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 14o Jahre

Mutterbestand Nr. 11: Provenienz L 36

Höhenlage: 4oo - 45o m

Waldgesellschaft: Polytrichy attenuate Fago-Luzuletum festucanum drymeiae hederosum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 85%

Exposition und Inklination: N-O, 3o-35°

Schlußgrad: o,85

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 17o Jahre

Mutterbestand Nr. 12: Provenienz L 38

Höhenlage: 9oo - 95o m

Waldgesellschaft: Albieto albae

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 95%

Exposition und Inklination: N-O, 5-1o°

Schlußgrad: o,79

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 11o Jahre

Mutterbestand Nr. 13: Provenienz L 41

Höhenlage: 7oo 75o m

Waldgesellschaft: Dentariae polyphyllae Acereto-Fagetum abietanum dentarietosum trifoliae

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 7o%

Exposition und Inklination: N, 2o-25°

Schlußgrad: 0,79

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 130 Jahre

Mutterbestand Nr. 14: Provenienz L 43

Höhenlage: 750 - 800 m

Waldgesellschaft: Abieto-Fagetum festucetosum silvaticae

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 100%

Exposition und Inklination: S-W, 25-30°

Schlußgrad: 0,94

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 110 Jahre

Mutterbestand Nr. 15: Provenienz L 46

Höhenlage: 300 m

Waldgesellschaft: Polytrichini attenuate
Fago-Luzuletum

Prozentualer Buchenanteil im Bestand: 100%

Exposition und Inklination: N-W, 10-15°

Schlußgrad: 0,8

Bestandesentstehung: Naturverjüngung

Bestandesalter: 140 Jahre

Um nun einen Kontrollvergleich zu den aus Slovenien gelieferten Provenienzen für unsere Versuchsanstellungen zu haben,

bezogen wir eine bundesrepublikanische Buchenprovenienz mit ein, deren Pflanzen aus einem Naturverjüngungsbestand in der Nähe unserer Untersuchungsstandorte bei Freiburg entnommen worden sind. Über den Mutterbestand dieser Provenienzen bestehen folgende Angaben:

Forstamtsbezirk:	FREIBURG-STADT
Distrikt:	Valentinswald, Distr. I, Abt. 22
Höhenlage:	600 m
Waldgesellschaft:	Abieto-Fagetum
Prozentualer Buchenanteil im Bestand:	100%
Exposition und Inklination:	S, 25°
Schlußgrad:	1,0
Bestandesentstehung:	Naturverjüngung
Bestandesalter:	100 Jahre

2. Die Termine der Auspflanzung auf die Versuchsflächen

Während alle jugoslawischen Provenienzen in der Zeit von Mitte bis Ende März 1978 in ihren Mutterbeständen gewonnen werden konnten, war uns die Pflanzengewinnung der örtlichen Kontrollprovenienz erst nach Bestellung der Freifeldprüfanlage (am 27.4.1978) möglich.

Der Aushub der Kontrollpflanzen und ihr Transport auf die Versuchsfläche erfolgte in der Zeit vom 2o. und 21.4.1978. Dadurch, daß wir verhältnismäßig spät die Kontrollpflanzen aus ihrem Mutterbestand gewinnen konnten und sie nach ihrer Verpflanzung auf unsere Versuchsfläche ihre Knospen zu entfalten begannen, mußte dies bei unserer ersten phänologischen Aufnahme vom Jahre 1978 berücksichtigt werden.

Es mußte außerdem berücksichtigt werden, daß der wesentlich später erfolgte Austrieb der jugoslawischen Pflanzen im Frühjahr 1979 auf einen Verpflanzungsschock zurückzuführen war. Deren Aushub erfolgte zu einem früheren Zeitpunkt als der Aushub der Kontrollprovenienz. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß sie einem langen Transport in die Bundesrepublik ausgesetzt worden waren. Sie blieben während der Osterzeit in den Lagerhallen des Zollamtes Freiburg liegen, was obendrein zu einer ökologischen Belastung führte.

Diese Besonderheiten müssen bedacht werden, wenn man das später zu erörternde Phänogramm von 1978 interpretieren will. Doch diese Besonderheiten kamen bei der phänologischen Aufnahme im darauffolgenden Jahr in Wegfall.

Wir bemühten uns, die Pflanzen aller Provenienzen mit Einschluß der bundesrepublikanischen Kontrolle auf insgesamt 6 Standorten in möglichst schneller Zeit auszupflanzen.

Die Verpflanzung vollzog sich in folgenden Zeiträumen:

2.3.	-	3.4.	auf dem	Sandfeld	der	Freifeldprüfanlage
5.4.	-	7.4.	" "	Steinfeld	"	"
10.4.	-	12.4.	" "	Feuchtfeld	"	"
12.4.	-	14.4.	" "	Normalfeld	"	"
14.4.	-	19.4.	" "	Naßfeld	"	"
23.4.	-	27.4.	" "	Kältesee	des Schauinslandmassivs, auf den bei der Standortsbeschreibung unserer Versuche noch näher eingegangen wird.	

3. Das auf den Versuchsflächen vorherrschende Klima

Was die Klimaverhältnisse der 5 Anbauflächen anbetrifft, so ist zu den Anbauflächen der Freifeldprüfanlage zu sagen, daß ihr Geländehorizont von verschieden hohen Bergkämmen eingenommen ist. Die Entfernung von Bergkamm zu Bergkamm der am Ort des Versuchsgeländes quer über das Tal verlaufenden Linie beträgt 1500 m. Die Talsohle ist in der Mitte des Versuchsgeländes etwa 300 m breit. Dieser Tatsache ist zu entnehmen, daß durch die Tallage eine beträchtliche Horizonteinschränkung und Reduzierung der Sonnenscheindauer hervorgerufen ist.

Der Kaltluftsee im Schauinslandmassiv ist auch insofern horizonteingeschränkt, als er nach der Himmelsrichtung W-NW exponiert ist und somit keine direkte Morgen- und Mittagssonne erhält. Infolge seiner Höhenlage und seiner Exposition ist der Kaltluftsee vergleichsweise zur Freifeldprüfanlage und dem Wetteramt Freiburg i. Br. derjenige Standort, der gegenüber allen anderen Standorten die tiefsten Temperaturen aufwies.

Die Temperaturunterschiede der Jahre 1978 und 1979 aller drei Temperaturmeßstationen sind in Abb. 4 abgebildet, wobei eine mittlere Temperaturdifferenz zwischen Wetterstation Freiburg und Freifeldprüfanlage in der Größenordnung von 2,5° und eine mittlere Temperaturdifferenz zwischen Freifeldprüfanlage und Kaltluftsee um 3° festzustellen ist.

Die Darstellung der Abb. 5, bei der die Differenz der Monatsgänge der Freifeldprüfanlage und des Kaltluftsee in direkter Beziehung zum langjährigen Mittel des Wetteramtes (Abszisse) gebracht worden sind, ist in dieser Hinsicht noch instruktiver. Aus

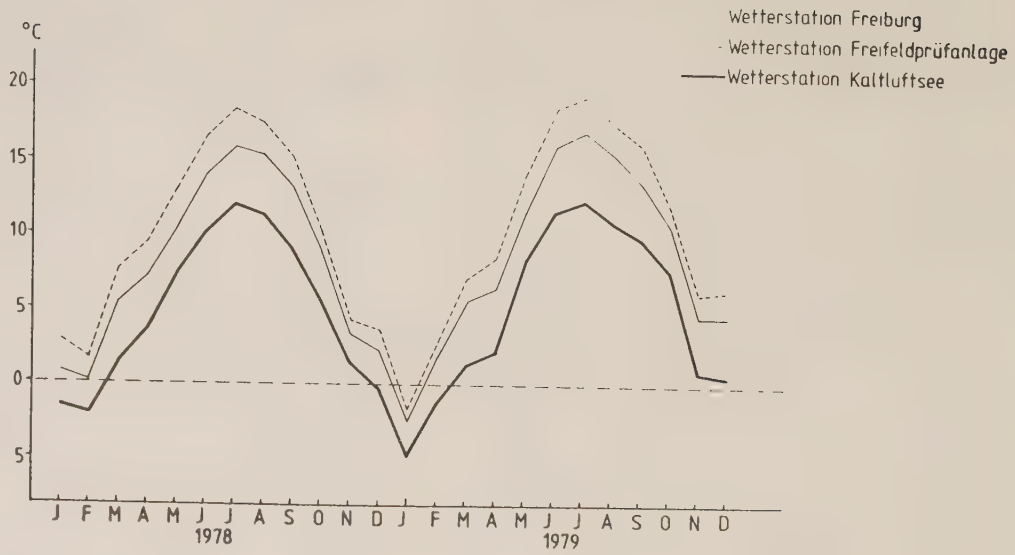


Abb. 4: Monatliche Temperatur-Mittelwerte (1978 - 1979) zwischen Wetterstation Freiburg i.Br., Freifeldprüfanlage und Kaltluftsee des Schauinslandmassivs.

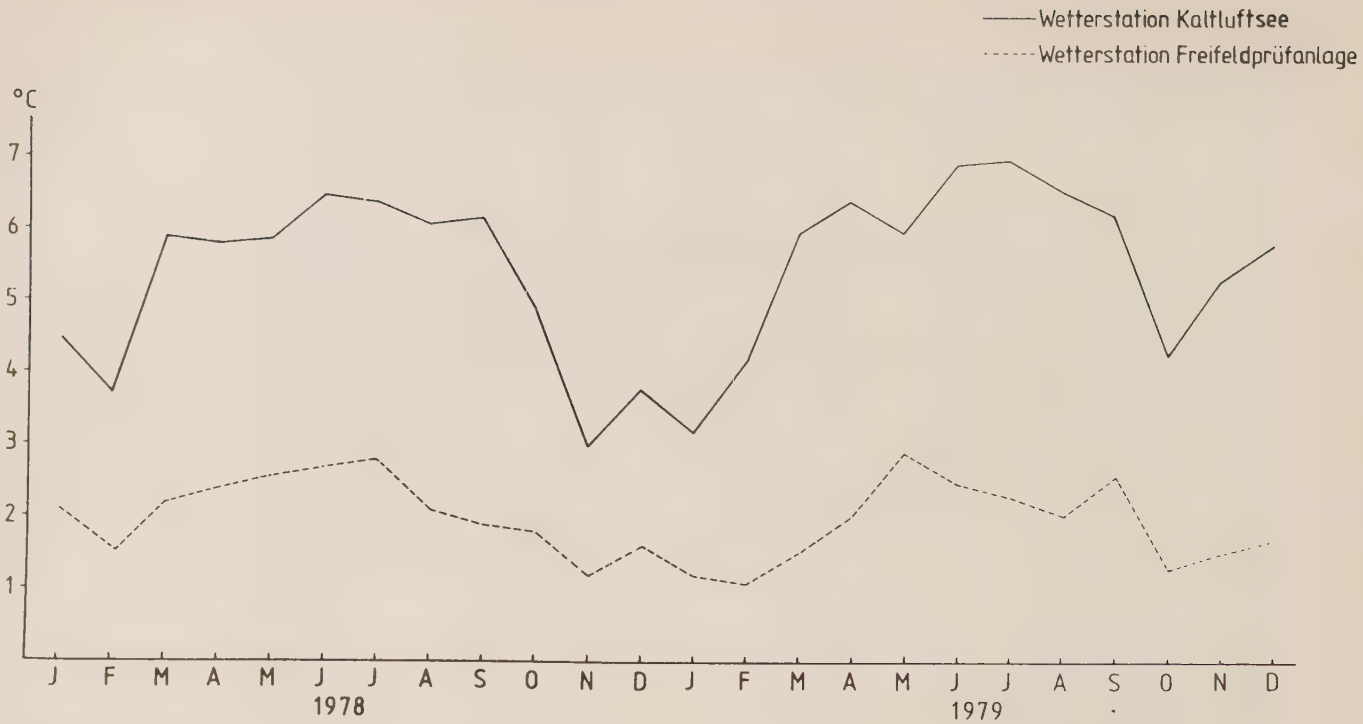


Abb. 5: Mittlere Temperaturdifferenzen zwischen Freifeldprüfanlage und Kaltluftsee.

dieser Darstellung erkennen wir den wesentlich ausgeglicheneren Monatstemperaturverlauf der Freifeldprüfanlage (Graphik der Abb.5, untere Kurve) vergleichsweise zur Wechselhaftigkeit des Monatstemperaturverlaufs des Kaltluftsees (oberer Kurvenverlauf der Graphik der Abb. 5).

Ohne Zweifel sind die bedeutenden Unterschiede in den Temperaturen zwischen Kaltluftsee und der Wetterstation Freiburg zunächst einmal durch den beträchtlichen Höhenunterschied von 7oo m bedingt. Würde man die normale adiabatische Temperaturabnahme von o,65°C je 1oo m Höhenanstieg zugrunde legen, käme man zu einer Temperaturherabsetzung um 4,5°C. Da wir aber beim gleichen Höhenunterschied (7oo m) zu einer Temperaturherabsetzung um 5,2°C kamen, ist dies ein Beweis dafür, daß wir es mit einem echten Kaltluftsee zu tun haben. Die Kälteverhältnisse in diesem Kaltluftsee kommen auch deutlich während des Sommerhalbjahres zum Ausdruck, in dem wir Temperaturdifferenzen zu Freiburg bis maximal 7°C (im Mittel von 6°) vorfanden. Die Temperaturdifferenz im Winter verringerte sich auf 3°C.

Die thermische Ungünstigkeit des Kaltluftsees kam besonders deutlich durch den Temperaturverlauf vom 19.6.1979 bis 22.6. 1979 (siehe Abb. 6) zum Ausdruck, aus dem eine mittlere Temperaturdifferenz von 6°C zu erkennen ist.

Die topographische Situation des Kaltluftsees ist in Abb. 7, die wir aus der pflanzensoziologischen Karte von OBERDORFER im Maßstab 1 : 1o ooo entnommen haben, abgebildet.

OBERDORFER hat das Gelände des Kaltluftsees pflanzensoziologisch näher untersucht und ordnete die dort aufgenommene Pflanzengesellschaft dem Acereto-Fagetum zu. Diese Lokalität

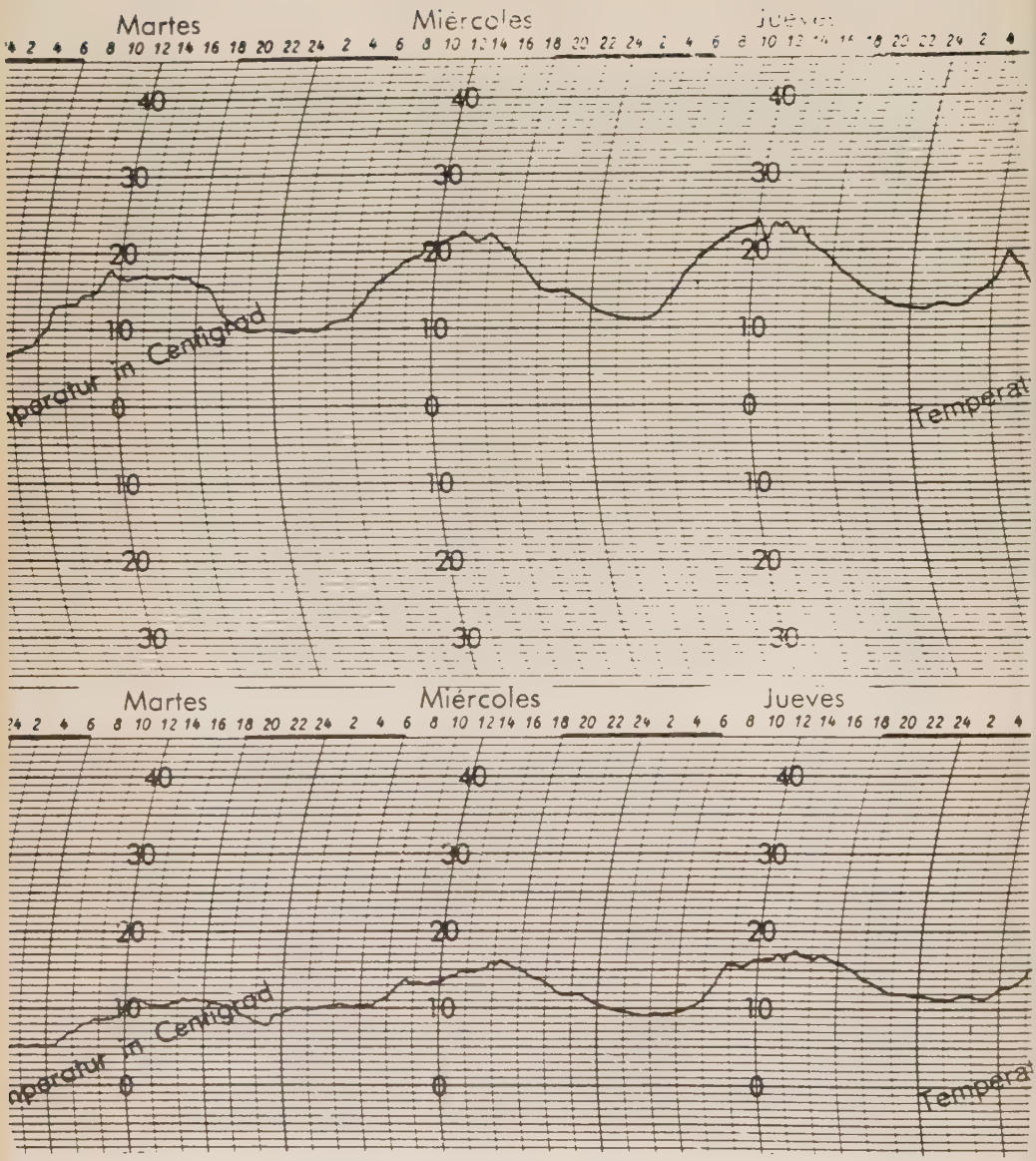


Abb. 6: Temperaturkurve zwischen Kaltluftsee (unten) und Freifeldprüfanlage (oben) in der Zeit vom 19.6. - 22.6.1979 mit einem mittleren Temperaturunterschied von ca. 6° C.

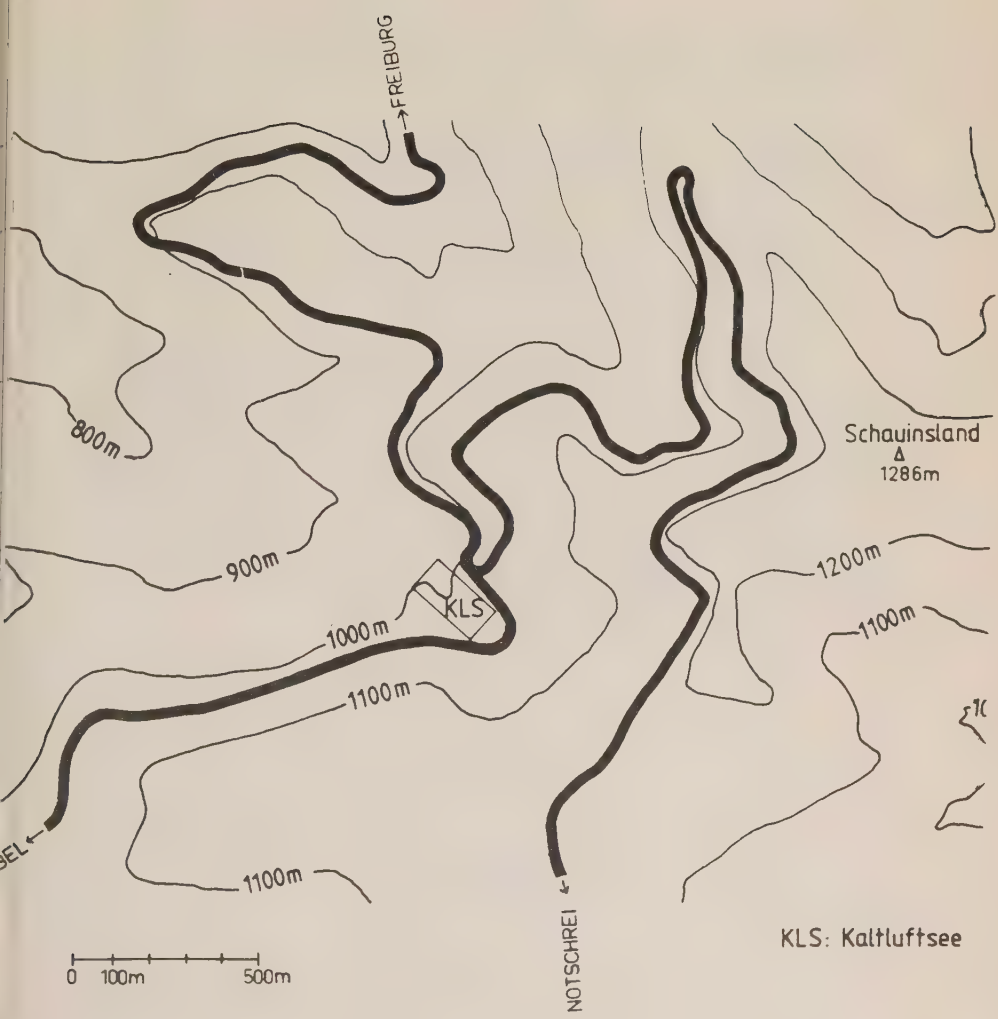


Abb. 7: Topographische Situation des Kaltluftsees.

ist nicht nur durch besonders niedrige Temperaturen, sondern auch durch reichliche Niederschläge gekennzeichnet.

Um dies zu verdeutlichen, fertigten wir zwei Graphiken an, und zwar zunächst die Graphik der Abb. 8, die den Gang der Monatsniederschläge der beiden hydrologischen Jahre 1978 und 1979 festhält, aus der eine große Wechselhaftigkeit auf allen drei Standorten zu erkennen ist, wobei diejenigen im Kaltluftsee besonders hoch lagen.

Daß überdies die Niederschläge auf allen drei Stationen gegenüber dem langjährigen Mittel überdurchschnittlich hoch lagen, geht aus der Graphik der Abb. 9 hervor, in dem die Differenzen der Niederschläge der Klimastation der Freifeldprüfanlage und des Kaltluftsees zum langjährigen Mittel der Niederschläge der Wetterstation gebildet worden sind. Aus der Graphik der Abbildung ist zu ersehen, daß das langjährige Mittel nur gelegentlich, und zwar siebenmal, unterschritten worden ist, und zwar in einem nur geringfügigen Ausmaß.

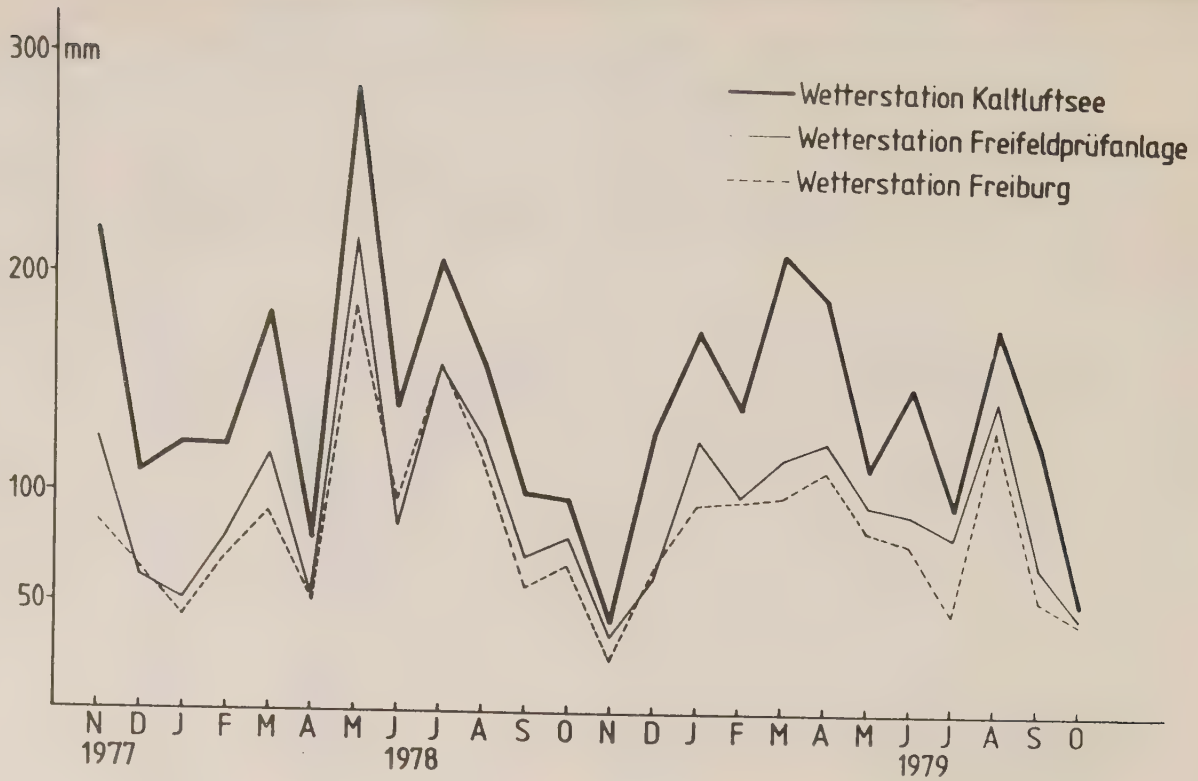


Abb. 8: Monatliche Niederschlagsverläufe von Wetterstation Freiburg i.Br., Freifeldprüfanlage und Kaltluftsee von 1978 und 1979.

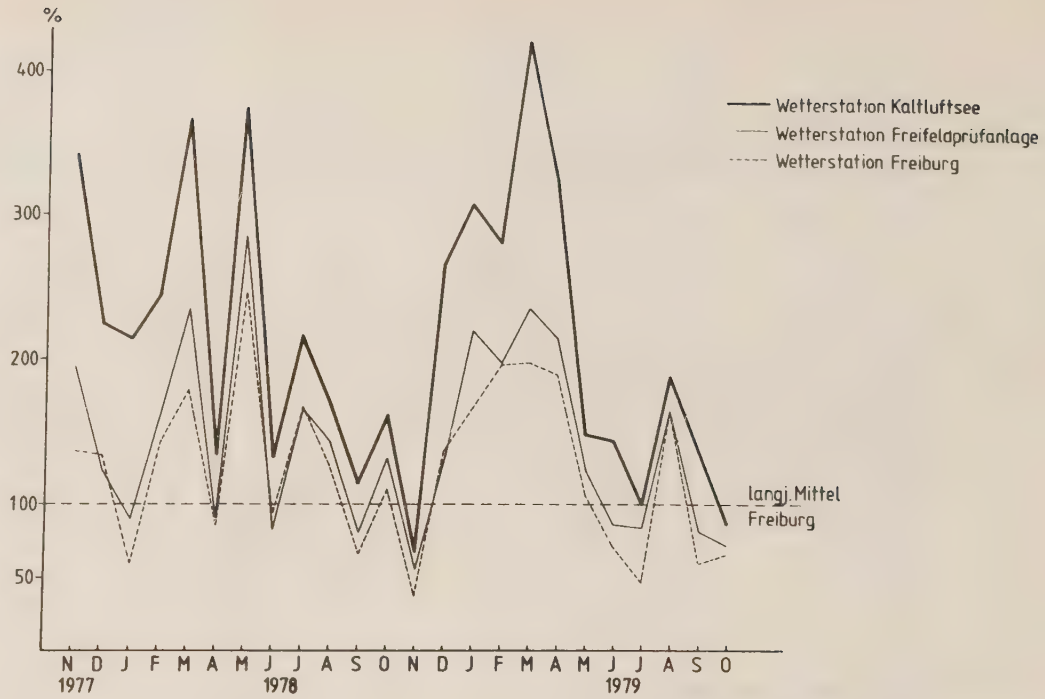


Abb. 9: Verlauf der Monatsniederschläge 1978 und 1979 im Vergleich zu den Monatsniederschlägen Wetteramt Freiburg i.Br. (Abszisse = 100 %)

4. Die Bodenverhältnisse der Versuchsflächen

Zu den Prüffeldern der Freifeldprüfanlage ist folgendes auszuführen: Ihr Gelände liegt auf der Westseite des südlich von Freiburg gelegenen Bohrertales in einer Höhe von 39o m über NN. In dem in der Talaue befindlichen Gelände liegen junge umlagerte Schottermassen, die von einer mehr oder minder mächtigen Auewaldlehmdecke überdeckt sind. Auf ihr ist die Freifeldprüfanlage errichtet, deren Konstruktionseinzelheiten aus folgenden Elementen bestehen: Sie besteht aus einem Feuchtfeld, Naßfeld, Sandfeld, Normalfeld und Steinfeld.

Das Feuchtfeld ist ein von Gräben umgebenes Hochbeet, dessen Außenböschungen höher liegen als der Beetkörper selbst. Das mit Hilfe eines Kanalsystems einstaubare Wasser kann je nach Stauwehreinstellung in beliebigen Höhen gehalten werden und damit entsprechend den Feldkörper befeuchten. Infolgedessen konnten wir mit Hilfe dieses Kanalsystems feuchte Bodenverhältnisse zur Darstellung bringen.

Das Naßfeld ist ein von Böschungen umgebenes Prüffeld, das durch das Feldkanalstauwehrsystem einen Wassereinstau bis zu einer Höhe von 6o cm Überflutung erhalten kann. Ist nach einem erfolgten Einstau das Ausgangsstauwehr vollkommen geschlossen, so kann damit ein überfluteter Standort mit stagnierender Bodenstaunässe erzeugt werden. Erhält jedoch das Ausgangsstauwehr eine lichte Öffnung und gerät das Überflutungswasser in Bewegung, so kann ein wasserbewegter Überflutungsstandort erzeugt werden.

Das Normalfeld weist vergleichsweise zu allen übrigen Prüffeldern mittlere Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse auf. Es ist ein

Hochbeet, das aber im Gegensatz zu den Hochbeeten des Steinfeldes und Sandfeldes, die sogleich beschrieben werden, nicht mit einem fremden Bodensubstrat aufgeschüttet worden ist, sondern mit dem Bodensubstrat des örtlich auf dem Versuchsgelände vorgefundenen gewachsenen Bodens.

Das Sandbeet ist ebenfalls ein Hochbeet wie das Normalfeld. Doch dieses Hochbeet ist mit fremdem Sandmaterial aus der Rheinebene aufgeschüttet. Das aufgeworfene Material ist jedoch nicht so trocken wie das sogleich zu besprechende Steinfeld, da in dieses Feld kein Drainagenetz eingebaut wurde.

Das Steinfeld ist ebenfalls wie das soeben beschriebene Sandfeld und Normalfeld ein aufgeschüttetes Hochbeet, das mit einem von der Rheinebene herbeigeführten Kiesmaterial aufgeschüttet worden ist. Es wurde einmal durch eine Steinsickerung trockengelegt, die das Feld von einem anliegenden Berghang abtrennt, so daß kein Hangwasser in dieses Feld eindringen kann. Außerdem wurde durch Einlegen eines Drainagenetzes für zusätzliche Bodentrockenheit gesorgt, so daß auf ihm die stärkste Bodentrockenheit der gesamten Prüffeldserie anzutreffen ist.

HASSAN (1976) hatte in den Jahren von 1974 bis 1976 systematische Bodenfeuchtigkeitsbestimmungen mit Hilfe der gravimetrischen Bodenfeuchtigkeitsbestimmungsmethode durchgeführt und seine Ergebnisse in Form von relativen Häufigkeitsverteilungen zur Darstellung gebracht (Abb. 1o).

Man erkennt aus seiner Darstellung einen guten Vergleich der statistisch häufigsten Bodenfeuchtigkeitswerte der einzelnen Prüffelder. Die Skala beginnt mit den trockensten Werten des Steinfeldes und verläuft dann weiter über das Sandfeld, Normalfeld bis zum Feuchtfeld und Naßfeld.

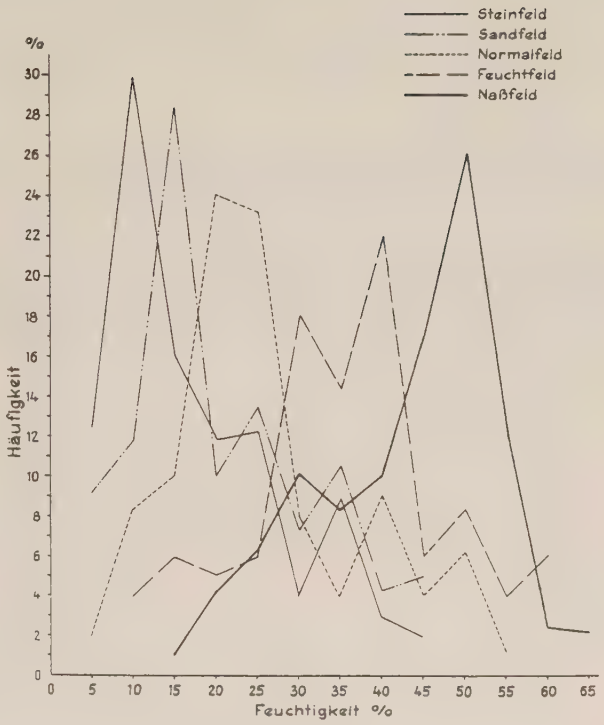


Abb. 10: Darstellung der relativen Häufigkeitsverteilungen der mittels der gravimetrischen Bodenfeuchtigkeitsbestimmungsmethode ermittelten Bodenfeuchtigkeitsgewichtsprozente der fünf Prüffelder der Freifeldprüfanlage (nach HASSAN,1976)

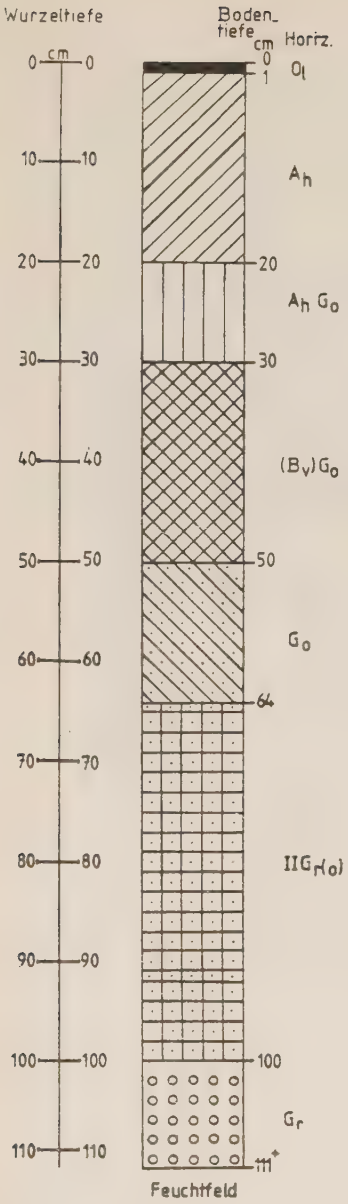
Inwieweit die Feuchtigkeitswerte der einzelnen Häufigkeitsverteilungskurven statistisch unterschieden werden können, ist aus der statistischen Prüfungstabelle (Tab. 1) zu ersehen, woraus zu erkennen ist, daß alle 5 Prüffelder im Hinblick auf ihre Bodenfeuchtigkeit signifikant verschieden sind.

Von HÄDRICH waren anläßlich der Fertigung der Dissertation von AL-KAWAZ die Bodenverhältnisse aufgenommen worden. Diese sind in den Abb. 11 - 15 dargestellt.

Während die Böden der Prüffelder der Freifeldprüfanlage ausgeprägte Aufschüttungsböden sind, ist der Boden im Kaltluftsee ein in der freien Natur entwickelter Boden, dessen Profil in Abb. 16 abgebildet ist.

	Stein-feld	Sand-feld	Normal-feld	Nass-feld	Feucht-feld
Steinfeld	x	-	-	-	-
Sandfeld	-	x	-	-	-
Normalfeld	-	-	x	-	-
Nassfeld	-	-	-	x	-
Feuchtfeld	-	-	-	-	x

Tab. 1: Mit Hilfe des t-Testes vorgenommene statistische Überprüfung der Bodenfeuchtigkeitsunterschiede auf den fünf Prüffeldern der Freifeldprüfanlage



Nadel- und Laubstreu

Sandiger Lehm, schwach kiesig, humushaltig, Humusform Mull, Subpolyedergefüge, gut durchwurzelt, dunkelbraun (10 YR 4/3), frisch

Sandiger Lehm, schwach kiesig, schwach Humus, Humusform Mull, Subpolyedergefüge, gut durchwurzelt, mit Rostflecken, dunkelgraubraun (10 YR 4/2), frisch

Sandiger Lehm, Subpolyedergefüge, rostfleckig, dunkelgelblichbraun (10 YR 4/4), frisch

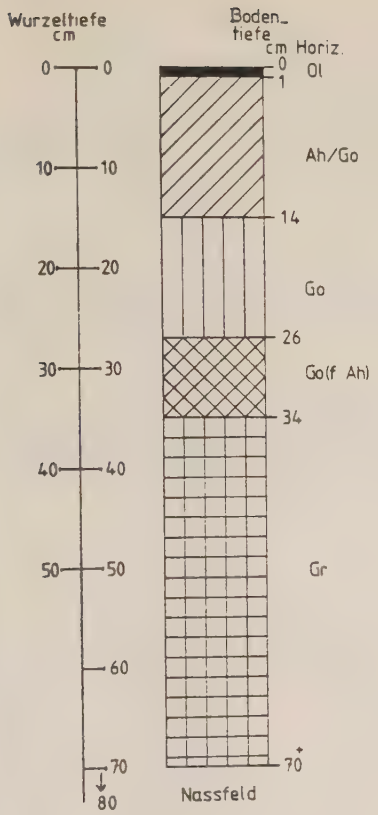
wie oben und mit deutlicher Rostfleckung, feucht

Sandiger Lehm, stark kiesig, Subpolyeder, marmoriert, rostfleckig, graubraun (10 YR 5/2), feucht

Sandiger Kies, schwach lehmig, Einzelkorngefüge, fahlbraun (10 YR 6/3), nass

Bodentyp: Gley

Abb. 11: Der Bodentyp des Feuchtfeldes



Nadel- und Laubstreu

Sandiger Lehm, humushaltig, mull-artiger Humus, Krümelgefüge, gut durchwurzelt, rostfleckig, leicht olivbraun (2,5 YR 5/4), sehr feucht

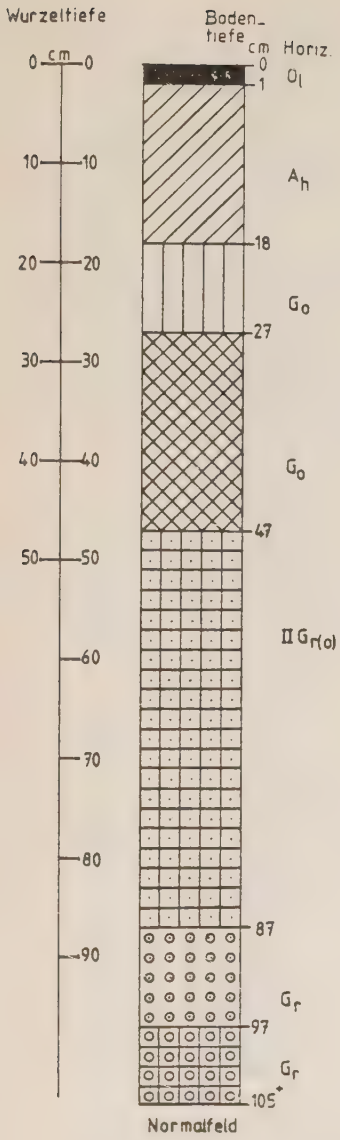
Sandiger Lehm, Prismengefüge, gut durchwurzelt, rostfleckig, leicht olivbraun (2,5 YR 5/4), sehr feucht

Sandiger Lehm, schwach kiesig, Prismengefüge, rostfleckig, fahles oliv, sehr feucht

Sandiger Lehm, schwach kiesig, Kohärenzgefüge, rostfleckig, marmoriert, durchwurzelt, grau (5 Y 6/1), nass

Bodentyp: Gley

Abb. 12: Der Bodentyp des Naßfeldes



Nadel- und Laubstreu

Lehmiger Sand, schwach kiesig, locker, mullartiger Humus, gut durchwurzelt, Subpolyedergefüge, rostfleckig, dunkelgraubraun (10 YR 4,5/2), feucht

Sandiger Lehm, kiesig, gut durchwurzelt, Subpolyedergefüge mit Rostflecken, gelblichbraun (10 YR 5/4), feucht

Sandiger Lehm, stark kiesig, gut durchwurzelt, Subpolyedergefüge, marmoriert, mit Rostflecken voriwegend um die Wurzelröhrchen, graubraun (2,5 Y 5/2), nass

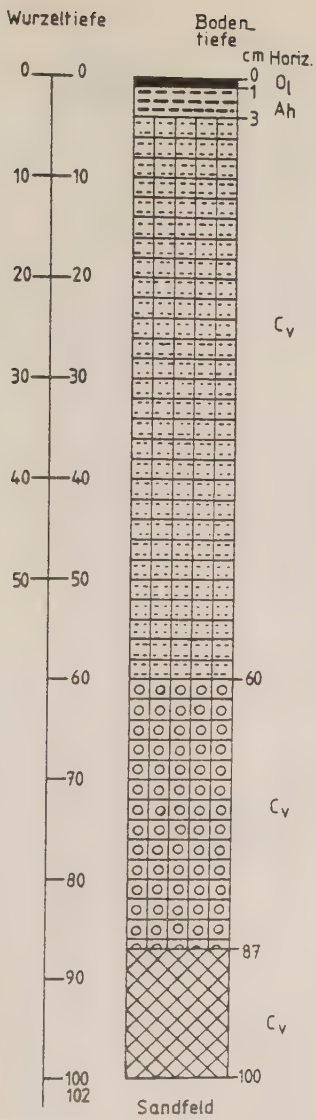
Sandiger Lehm, stark kiesig, Kohärenzgefüge mit wenigen Rostflecken, durchwurzelt, dunkelgrau (2,5 Y 4/0), nass

Sandiger Lehm, stark kiesig, dicht mit wenigen Rostflecken, Kohärenzgefüge, durchwurzelt, dunkelgrau (2,5 Y 4/0), nass

Sandiger Kies, Einzelkorngefüge, olivgrau (5 Y 4/2), nass

Bodentyp: Typischer Gley

Abb. 13: Der Bodentyp des Normalfeldes



Nadel- und Laubstreu

Anlehmiger Sand, Einzelkorngefüge, humushaltig, Humus Mull, gut durchwurzelt, leicht olivbraun (2,5 Y 5/4), frisch

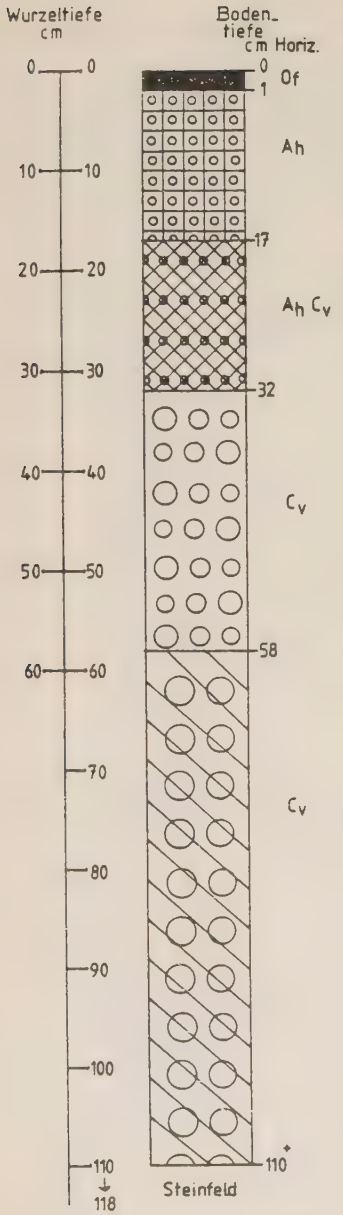
Sand, Einzelkorngefüge, durchwurzelt, gelbbraun (10 YR 5/6), frisch

Lehmiger Sand, schwach kiesig, Subpolyedergefüge, durchwurzelt, braun (10 YR 5/3), feucht

Anlehmiger Sand, Einzelkorngefüge, braun (10 YR 5/3), sehr feucht

Bodentyp: Ranker

Abb. 14: Der Bodentyp des Sandfeldes



Nadel- und Laubstreu

Schwach lehmiger Sand, stark kiesig, humushaltig, Einzelkorngefüge, sehr gut durchwurzelt, graubraun (10 YR 4/2), frisch

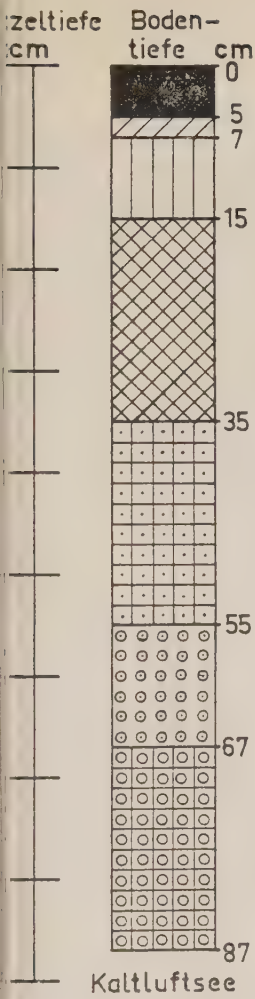
Schwach lehmiger Sand, stark kiesig, schwach Humus, Einzelkorngefüge, gut durchwurzelt, rötlichbraun (5 YR 5/4), frisch

Stark kiesiger Sand, Einzelkorngefüge, durchwurzelt, leicht rötlichbraun (5 YR 6/3), feucht

Stark kiesiger Sand, noch durchwurzelt, leicht rötlichbraun (5 YR 6/3), nass

Bodentyp: Ranker

Abb. 15: Der Bodentyp des Steinfeldes



Horiz.	
O_L	Laubstreu
O_F	Mäßig zersetzte Laubstreu
O_H	Humusstofflage, stark durchwurzelt, Kohärentgefüge, feucht, Farbe: 7,5 R 2/1, ohne Mineralbodenanteile
A_h	Sehr humusreicher Mineralbodenhorizont, schwach durchwurzelt, Kohärentgefüge, feucht, schwach steinig, Lagerungsdichte gering bis mittel, lehmiger Sand, scharfe Grenze gegen O_H, undeutlich gegen Ag_r, Farbe: 5 YR 3/2.
AG_r	Humoser Mischhorizont mit Merkmalen der Grundwasservergleyung (mineralische Bodenanteile reduziert), kaum noch durchwurzelt, mit Sandlage an der Basis, daher Einzelkorn- bis Kohärentgefüge, lehmiger Sand, mittlerer Steingehalt, Lagerungsdichte gering bis mittel, naß scharfe Grenze gegen den fT-Horizont, Farbe: 7,5 YR 4,5/2.
fT	Fossiler Torfhorizont mit hohem Zersetzungsgrad (H8), nicht durchwurzelt, Kohärentgefüge, schwach steinig, Lagerungsdichte mittel, naß, Farbe: 2,5 YR 3/1, Haupt-Wasserleiter.
fAG_r	Fossiler humoser Mischhorizont mit Merkmalen der Grundwasservergleyung, nicht durchwurzelt, Kohärentgefüge, stark steinig, stark sandiger Lehm, Lagerungsdichte mittel bis hoch, feucht bis naß, Farbe: 1o YR 5/1.

Bemerkungen: Der Boden ist ein saurer bis stark saurer Naßgley. (Die Farbenbestimmung erfolgte nach den Munsell Soil Color Charts).

Abb. 16: Der Bodentyp vom Kaltluftsee

5. Die durchgeführten Untersuchungen

Die ersten Untersuchungen bestanden aus phänologischen Aufnahmen über die Ausfallprozente und Aufnahmen über die Schäden infolge des Spätfrostes vom Jahre 1979. Weiterhin wurden am Ende des Jahres 1979 die Jahreszuwüchse und die Bildung der Blattmasse bestimmt.

Weiterhin wurden organographische und morphologische Einzelheiten der Provenienzen mit Hilfe von Idiogrammen und Morphogrammen bestimmt und zuletzt befaßten wir uns mit Untersuchungen an Pflanzen, die in Klimakammern durchgeführt wurden.

A. Die phänologischen Untersuchungen

Wir stellten im Jahre 1978 eine phänologische Untersuchung an, die wir im Jahre 1979 wiederholten, wobei die Ergebnisse in Form von Phänogrammen zusammengestellt wurden. Wie weiter hinten noch dargelegt, waren die beiden Untersuchungen von folgenden Besonderheiten begleitet. Die Aufnahme von 1978 erfolgte in einem Pflanzenzustand, der dadurch charakterisiert war, daß die einheimische Provenienz bereits etwas ausgetrieben hatte und in diesem Zustand aus der Fläche des Mutterbestandes herausgehoben worden war.

Der andere Begleitumstand war der, daß zwangsläufig die jugoslawischen Provenienzen durch früheren Aushub und durch den Lufttransport schwer gelitten hatten. Doch diese mit zwangsläufigen Versuchsfehlern behaftete phänologische Aufnahme von 1978 erlaubte uns dennoch erste grundsätzliche Einsichten in die Verschiedenheiten der Provenienzen, die durch die zweite

phänologische Aufnahme vom Jahr 1979 bestätigt werden konnten.

Im Prinzip gingen wir ähnlich wie BARNER 1965 vor, der in seinem Buch über "Experimentelle Ökologie des Kulturpflanzenanbaus" ein Phänogramm der Blattentfaltung von Licht- und Schattenpflanzen veröffentlichte, das im wesentlichen auf die Darstellung einer prozentualen Summenkurve hinausläuft. Wir unternahmen alle 7 Tage eine Außenaufnahme von allen Versuchsflächen, stellten die noch nicht und die bereits ausgetriebenen Pflanzen fest und trugen diese Feststellungen in unser Protokollbuch ein. Aus diesen Daten konnten wir das prozentuale Verhältnis zwischen den nicht und schon ausgetriebenen Pflanzen je Provenienz berechnen und trugen diese Daten in eine Graphik auf: der Prozentanteil der getriebenen Pflanzen auf der Ordinate, die 7-Tages-Skala auf der Abszisse. Auf diese Weise entstand für alle Provenienzen eine prozentuale Summenkurve, aus der klar der Zeitbeginn und das Ende des Austriebs (mit 1oo% der ausgetriebenen Pflanzen) hervorgeht. Schon bei der ersten phänologischen Aufnahme konnten wir klar unterscheidbare Gruppen von Früh- und Spättreibern unterscheiden, ein Ergebnis, das noch einmal im Jahre 1979 reproduziert werden konnte.

B. Die Untersuchungen über die Ausfallprozente

Nachdem im Jahre 1978 unsere Pflanzen nach jeweiliger Überwindung des Verpflanzungsschocks auf ihre Versuchsstandorte ausgepflanzt worden waren, ließen wir zwei Jahre verstreichen, um eine erste Aufnahme über die Ausfallprozente auf allen Prüffeldern durchzuführen. Die Ausfallprozente waren insofern leicht zu bestimmen, da wir jeweils 1oo Pflanzen auf jedem

Versuchsfeld zur Verfügung hatten.

Wir werteten die Ausfalldaten in der Weise aus, daß wir in einer Tabelle sämtliche Ausfallprozente aller Provenienzen, einschließlich der bundesrepublikanischen Kontrolle, auf den Prüffeldern festhielten. In gesonderten Spalten wurden die Ausfallprozente der Versuchskontrolle und der Pflanzen auf dem Kaltluftsee festgehalten. Zuletzt konnten wir die Höhe aller Ausfallprozente in eine Reihenfolge bringen, aus der nun zu ersehen ist, welche Provenienzen weniger und welche mehr unter den Ausfällen in den beiden Versuchsjahren gelitten hatten.

C. Die Untersuchungen über die Spätfrost-Folgeschäden im Jahre 1979

Im Jahre 1979 fanden in der Zeit vom 4. bis 6. Mai Spätfröste statt, die Frostschäden bei den angebauten Pflanzen hinterließen. Im Diagramm der Abb. 17 sind die thermischen Verhältnisse im Bereich der Freifeldprüfanlage festgehalten.

In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß die Folgeschäden durch Spätfrost nur auf den Feldern der Freifeldprüfanlage untersucht werden konnten, da zu Beginn des Monats Mai im Bereich des Kaltluftsees noch kein Triebbeginn stattgefunden hatte und infolgedessen auch keine Folgeschäden aufgrund von Frosteinwirkung untersucht werden konnten.

Man sieht aus dem Diagramm der Abb. 17, daß an allen 3 Tagen der Nullpunkt eindeutig unterschritten worden ist.

Es ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, daß zum Zeitpunkt

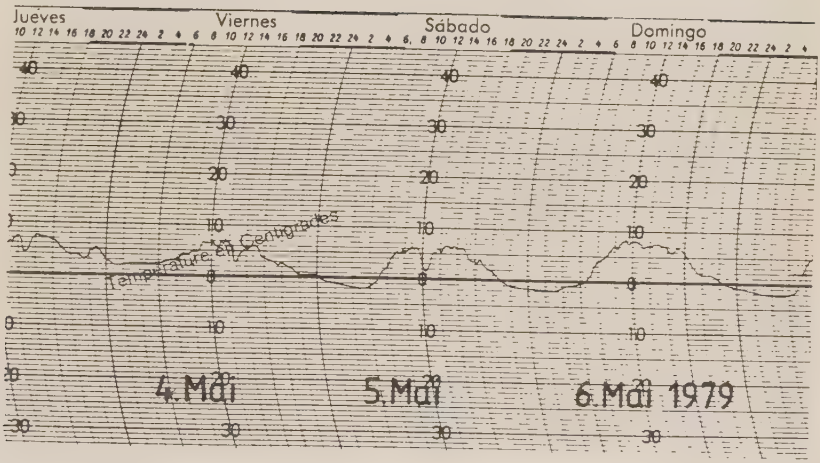


Abb. 17: Verlauf der Spätfrosttemperaturen vom 4. - 6. Mai 1979.

des ersten Spätfrostes ein Teil der Provenienzen bereits ausgetrieben hatte, hingegen ein anderer Teil noch seine Knospen geschlossen hielt. Infolgedessen interessierten uns einmal die Spätfrostschäden der nichtgetriebenen und der getriebenen Pflanzen. Zu diesem Zweck stellten wir eine Tabelle auf über die Absolutwerte der Spätfrostschäden in den einzelnen Prüffeldern, wobei hinzuzufügen ist, daß für uns Nekrosen in Form von Braunfärbungen der Blätter als Kriterium für einen stattgefunden habenden Frostschaden galten. Diese konnten optisch erkannt und protokolliert werden; d.h. sie wurden auf allen Prüffeldern der Freifeldprüfanlage ausgezählt und summiert. Aufgrund der Summierungsergebnisse wurde eine Reihenfolge aufgestellt, aus der hervorging, in welchem Ausmaß die einzelnen Provenienzen unter Spätfrost gelitten hatten.

Außer der Feststellung der provenienzspezifischen Spätfrostfolgen interessierte uns der prozentuale Anteil der Pflanzen eines jeden Provenienzkollektivs, der bei Einbruch des Spätfrostes ausgetrieben hatte, so daß wir Verhältniswerte zwischen den Spätfrostschäden und den Austreibprozenten bestimmen konnten, was ebenfalls in einer Tabelle zusammengestellt wurde.

Die Verhältniswerte dieser letzten Tabelle wurden in einem Säulendiagramm dargestellt, aus dem einerseits das Ausmaß des Austriebs und andererseits das Ausmaß des Spätfrostschadens zu ersehen ist, jeweils angegeben in Prozent des Pflanzenkollektivs jeder Provenienz auf allen 5 Prüffeldern. Dieses Säulendiagramm gab uns einen ersten Einblick in die provenienzspezifische Frostanfälligkeit bzw. Kälteresistenz.

D. Die Untersuchungen der am Ende des Spätfrostjahres 1979 gebildeten Jahreszuwüchse und ihre Beziehungen zur gebildeten Blattmasse

Die Spätfrostschäden der Zeit vom 4. bis 6. Mai waren mitunter auch die Ursache dafür, daß deutlich unterscheidbare Ausfallquoten und Höhenzuwüchse zustande kamen, so daß wir uns veranlaßt sahen, am Ende der Vegetationsperiode 1979 eine genaue Aufnahme über die Ausfallquoten, die Höhenzuwüchse und die gebildeten Blattgewichte zu bestimmen. Diese Daten sind zweifellos nicht allein durch die Spätfröste verursacht, sondern auch durch andere ökologische Belastungen, die während der Vegetationsperiode 1979 auf die Pflanzen eingewirkt hatten.

Nach Bestimmung der Ausfallquoten achteten wir darauf, daß im Herbst möglichst vor dem Blattabfall die Blätter aller Pflanzen noch vollständig eingesammelt wurden, um später deren Trockengewicht bestimmen zu können.

Es kann schon jetzt vorweggenommen werden, daß einige Provenienzen durch den Spätfrost so getroffen worden sind, daß sie unmittelbar nach der schädigenden Einwirkung weitgehend ausfielen. Wiederum andere Provenienzen überstanden den Spätfrost insoweit, als ihre bis zum Zeitpunkt des Spätfrostes gebildeten Blattorgane zerstört wurden, sie aber in der Lage waren, neue Blattorgane zu bilden.

E. Die Aufnahme zur Erstellung der Idiogramme

Um sich einen ersten Eindruck über die quantitativen Ausbildungen der Organe zu verschaffen, haben wir die Blattgewichte

die Sproßhöhen, die Blattanzahl, die Blattoberfläche, den Wurzelhalsdurchmesser, die Wurzellänge, das Wurzelgewicht, und den Feinwurzelgehalt an der Gesamtheit der Wurzelmasse jeder Provenienz bestimmt und gemäß dem Erklärungsschema der Abb. 18 in ein Idiogramm eingetragen. Wir ließen uns bei der Darstellung der Idiogramme von denjenigen leiten, die bei BARNER (1965) beschrieben und abgebildet worden sind. Für unsere Untersuchungszwecke wurden allerdings die Darstellungen insofern modifiziert, als wir über die von BARNER angegebenen Daten des Blattgewichts, der Sproßhöhe, der Wurzellänge und des Wurzelgewichts hinaus noch zusätzlich die Blattanzahl, die Blattoberfläche, den Wurzelhalsdurchmesser, den prozentualen Gewichtsanteil der Feinwurzeln an der Gesamtheit der Wurzelmasse und den Wurzelhalsdurchmesser bestimmten und gemäß den Maßangaben des Erläuterungsschemas der Abb. 18 eintrugen. Für die Bestimmung der Blattoberfläche benutzten wir einen elektronisch arbeitendes Blattoberflächenmeßinstrument der Firma Bachhofer. Außerdem ist noch zu erwähnen, daß von den Feinwurzeln nur diejenigen gewogen wurden, deren Durchmesser maximal 1 mm betrug.

Bei dieser arbeitsaufwendigen Erhebung war es uns natürlich nicht möglich, auf jeder Versuchsfläche alle Pflanzen aufzunehmen. Wir mußten uns daher auf Repräsentativpflanzen beschränken, deren Ermittlung sich jedoch als schwierig erwies, da verbindliche Kriterien für eine Repräsentanz nicht einfach zu ermitteln waren. Pro Provenienz und Prüffeld wurde nur jeweils eine Pflanze ausgewählt (also 6 Pflanzen pro Provenienz, somit insgesamt 96 Pflanzen für alle Provenienzen, wobei wir uns bei deren Ermittlung auf die mittlere Beblätterung (Blattzahl) beschränkten. Der Versuch, die Sproßhöhe als Repräsentanz-Kriterium zu benutzen, erwies sich als nicht geeignet; denn es kam öfters vor, daß die nur auf diese Weise ermittelten Pflanzen entweder eindeutig unter- oder überdurchschnittlich beblättert waren, was im Zuge der späteren Auswertungen zu schwerwiegenden Fehleinschätzungen hätte führen können.

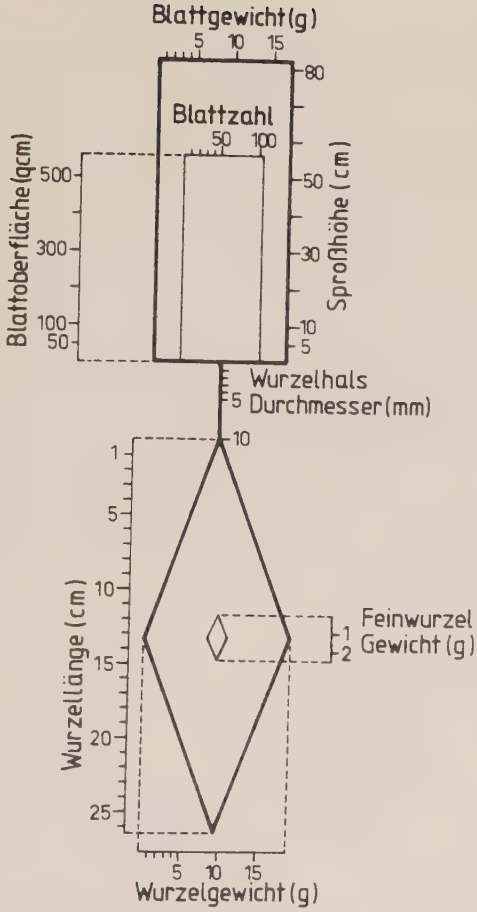


Abb. 18: Erläuterungsschema zur Aufstellung der Idiogramme

F. Die Aufnahmen zur Erstellung der Morphogramme

Da aus den Idiogrammen kein Hinweis auf die morphologischen Einzelheiten der Provenienzen hervorgegangen war, führten wir bei den gleichen Pflanzen, bei denen die Idiogramme ausgewertet worden waren, morphometrische Aufnahmen durch. Bei der Anfertigung der Morphogramme ließen wir uns von den Methoden von BARNER 1965, HASSAN 1976 und HOERNSTEIN 1977 leiten und legten sie gemäß dem Erklärungsschema der Abb. 19 an. Es wurde zunächst die Sproßachse ihrer Höhe nach in 1o-cm-Sektionen eingeteilt und an jeder Sektion der zugehörige oberirdische Sproßachsendurchmesser gemessen. Die innerhalb der Sektionen vom Stamm abgehenden Seitenachsen wurden im Erklärungsschema links der Ordinate aufgetragen, und zwar gemäß dem originalen Astablaufwinkel. Im Anschluß an die Stammstärken wurden im gleichen Größenverhältnis die Aststärken als Waagerechte aufgetragen und diese Strecken durch eine Linie miteinander verbunden. Rechts neben dieser verbindenden Linie wurden nochmals die Seitenachsen ihrer Länge nach, aber diesmal einheitlich im Winkel von 45° aufgetragen.

Um noch einen Einblick in die Häufigkeit der Seitenachsen 2. Ordnung zu gewinnen, wurden auf den Strecken der Seitenachsen 1. Ordnung die Abzweigungen der Seitenschsen 2. Ordnung durch Punkte markiert. Um zuletzt noch einen Einblick über das Längenausmaß der Seitenverzweigungen 2. Ordnung zu gewinnen, wurden diese ganz rechts vom Morphogramm durch eine Trennlinie markiert und in ihren Längen angegeben.

Die Morphogramme erlauben auf einen Blick Einsichten in die Ausbauchungsform bzw. die äquidistanten Stammdurchmesser in 1o-cm-Sektionen. Sie erlauben weiterhin einen Einblick in die

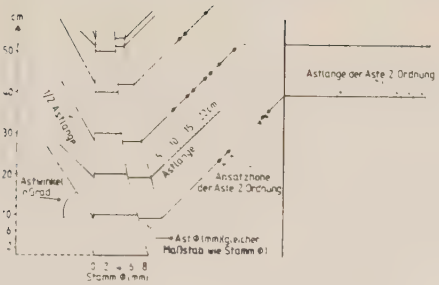


Abb. 19: Erläuterungsschema der Morphogramme
(Erläuterungen im Text)

Asthäufigkeit und in die Winkelausmaße der Äste 1. Ordnung. Zuletzt erlauben sie einen Einblick in die Verzweigungsdichte, indem in dem Morphogramm Zahl und Länge der Seitenachsen 2. Ordnung mit aufgetragen sind. So erhielten wir durch numerische Auswertung der Daten Einblicke, inwieweit Provenienzen sich auszeichnen durch Spitz- und Stumpfwinkligkeit ihrer Äste, inwieweit sie sich durch eine Fein- und Starkästigkeit unterscheiden und inwieweit eine Verzweigungshäufigkeit gegeben ist.

III. Darstellung der Befunde

1. Die phänologischen Befunde

In den Jahren 1978 und 1979 führten wir an den 15 Provenienzen nebst der Kontrollprovenienz gemäß dem im Methoden-Teil der Arbeit angegebenen Vorgehen phänologische Aufnahmen durch. Zusätzlich wurde im Jahre 1979 eine phänologische Aufnahme an den Pflanzen im Kaltluftsee durchgeführt, während eine solche im Jahr 1978 unterlassen werden mußte. Hier hatten die Pflanzen zum Zeitpunkt der Aufnahmemöglichkeit schon zu stark ausgetrieben.

Die auf der Freifeldprüfanlage durchgeführte phänologische Aufnahme von 1978 sollte uns zunächst nur eine Orientierung geben, ob überhaupt zwischen den einzelnen Provenienzen erkennbare phänologische Unterschiede zu erwarten sind. Wie hatten diese Aufnahmen trotz zu erwartender Ungenauigkeiten, die einmal durch den langen Transport und den Verpflanzungsschock bedingt waren, durchgeführt. Außerdem mußten wir mit einem verpflanzungsschockbedingten phänologischen Verlauf der Kontrollpflanzen rechnen, da diese in der Zeit vom 23. bis 27. April 1978 zuletzt aus dem Boden ihres Mutterbestandes herausgenommen worden waren. Wir mußten bei den Pflanzen, die spät aus ihrem Beet herausgenommen worden waren, in Kauf nehmen, daß die Pflanzen bereits leicht ausgetrieben hatten, was sich sicherlich auf den phänologischen Verlauf auswirken würde.

Abb. 2o gibt das Ergebnis unserer phänologischen Aufnahme vom 11. April bis 23. Mai 1978 in Form einer prozentualen Summenkurve wieder, aus der zunächst zu ersehen ist, daß die Kontroll-

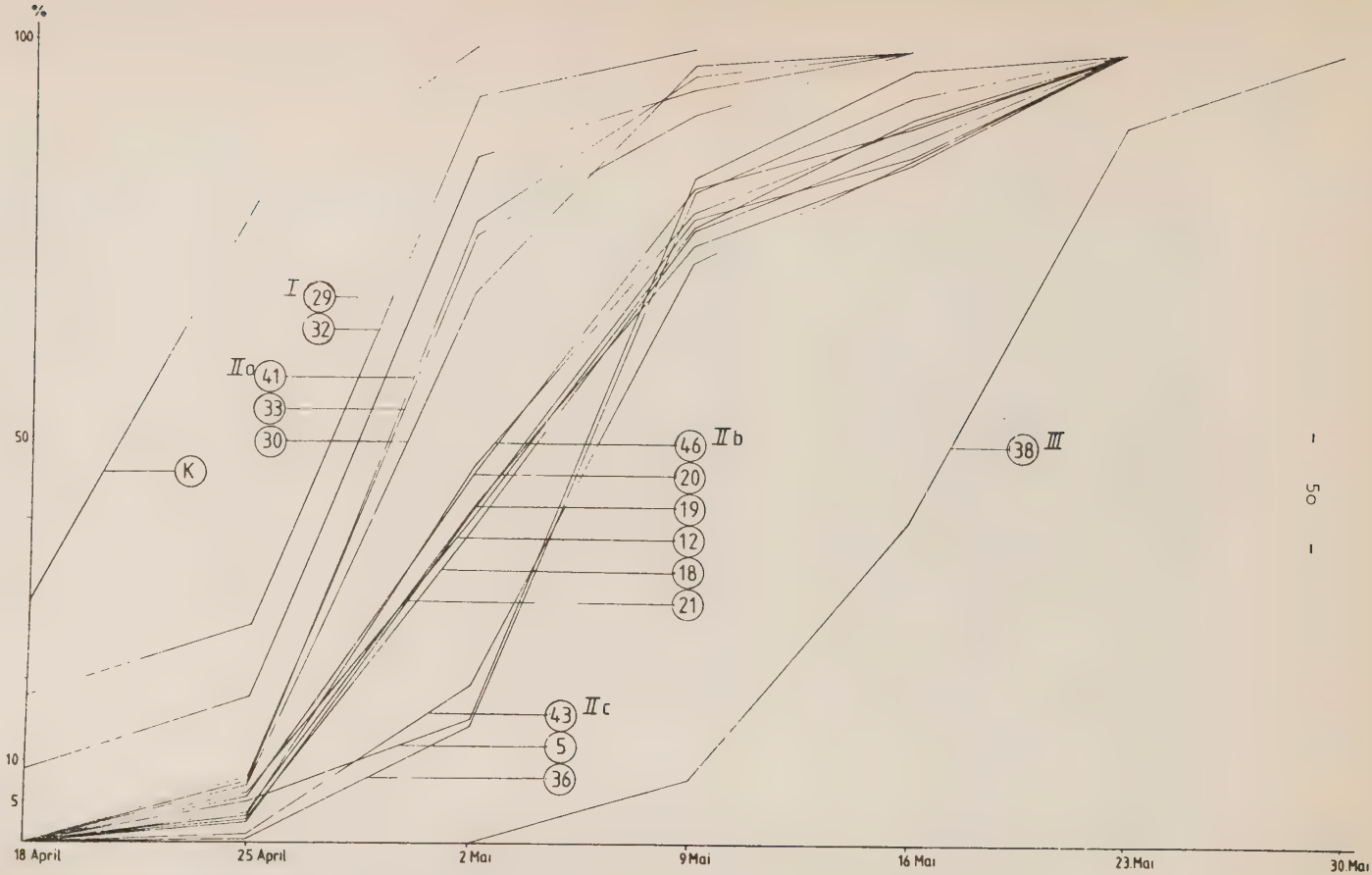


Abb. 20: Phänogramm aus dem Jahre 1978 von den Provenienzen der Freifeldprüfanlage

pflanzen am frühesten trieben, was nicht sehr verwundert, da sie auf ihrem Herkunftsstandort bereits ausgetrieben hatten. Eine Spreitung im Verlauf ihrer phänologischen Entwicklung ist allerdings schon in Abb. 2o zu erkennen: Man erkennt deutlich ein mittleres Kurvenband von folgenden Buchenprovenienzen. Dazu gehören die Provenienzen L 12, L 18, L 19, L 2o, L 21 und L 46. Oberhalb dieses durchschnittlich verlaufenden Kurvenbandes sind Frühtreiber zu erkennen, die noch unterteilt werden können in mäßige und extreme Frühtreiber. Zu den mäßigen Frühtreibern zählen die Provenienzen L 3o, L 41 und L 33 und zu den extremen Frühtreibern die Provenienzen L 29 und L 32.

Unterhalb des Kurvenbandes der durchschnittlich austreibenden Provenienzen erkennen wir Spättreiber, wobei wir auch hier eine Unterscheidung treffen können zwischen mäßigen Spättreibern und einem einzigen extremen Spättreiber. Zu den mäßigen Spättreibern zählen die Provenienzen L 5, L 36 und L 43. Der extreme Spättreiber L 38 öffnete erst am 2. Mai 1978 seine Knospen und bildete im Anschluß daran langsam seinen Trieb aus.

Die Unterschiedlichkeit im phänologischen Verlauf aller Provenienzen, die durch vorausgegangene Störungen (Transport und Verpflanzungsschock) verursacht wurde, konnte im Jahr 1979 nicht sonderlich zum Tragen kommen. Die phänologische Aufnahme 1979 wurde ungefähr zur gleichen Zeit durchgeführt, und zwar vom 11. April bis 23. Mai.

Man erkennt aus der Abb. 21 wiederum das gleiche mittlere Kurvenband der durchschnittlichen Treiber (L 12, L 18, L 19, L 2o, L 21, L 46) mit Einschluß der Kontrollprovenienz. Oberhalb dieses Kurvenbandes erkennen wir wieder die mäßigen Frühtreiber (1 3o, L 41, und L 33) und, ganz aus dem Rahmen fallend, die beiden extremen Frühtreiber (L 29 und L 32).

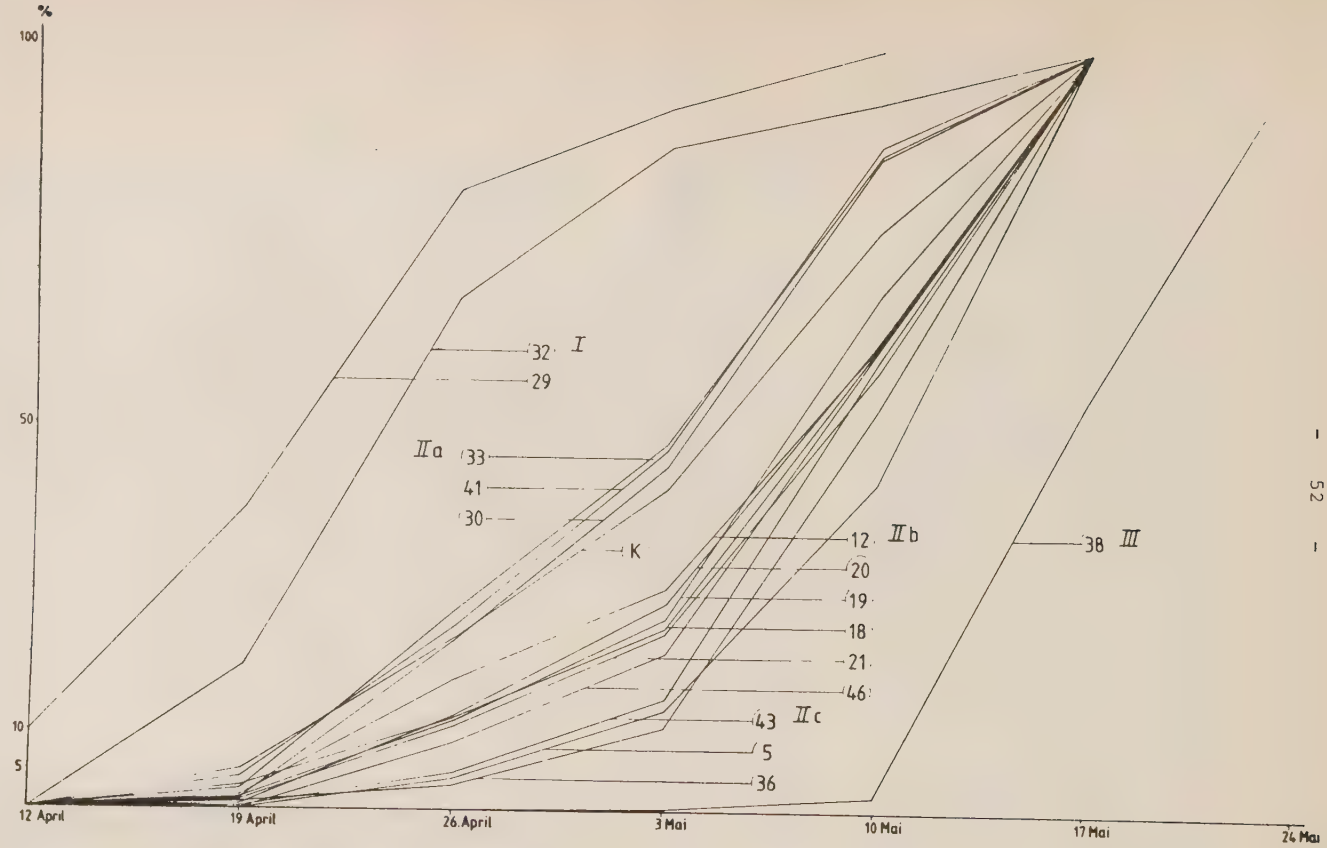


Abb. 21: Phänogramm aus dem Jahre 1979 von den Provenienzen der Freifeldprüfanlage

Als Spättreiber erkennen wir im Jahre 1979 wieder die Provenienzen L 5, L 36 und L 43. Ebenso deutlich fällt auch im Jahr 1979 der extreme Spättreiber L 38, der erst am 26. April zu treiben begann und seinen Austrieb am 24. Mai 1979 beendete, aus dem Rahmen.

1979 war außerdem ein Jahr, das ohne vorausgegangene Störungen phänologische Aufnahmen im Kaltluftsee ermöglichte. Diese Aufnahmen im Kaltluftsee erbrachten infolge der extrem standörtlichen Verschiedenheit zur Freifeldprüfanlage ein gänzlich anderes Bild: Einmal begann dort der Austrieb 1 Monat später als auf der Freifeldprüfanlage. Außerdem vollzog sich der Austrieb in einem wesentlich kürzeren Zeitraum als auf der Freifeldprüfanlage und die Termine des Triebbeginns und des Triebendes fielen für alle Provenienzen auf die gleichen Zeitpunkte. Das Kurvenband, das wir erhielten, ist im ganzen schmäler und daher der Austrieb aller Provenienzen zeitlich zusammengedrängt. Doch kann man auch hier ein mittleres Kurvenband von Provenienzen erkennen, zu denen auch die Kontrolle zählt. Ober- und unterhalb der Kontrolle erkennt man auch hier Früh- und Spättreiber. Doch sind die Austriebtermine aller Provenienzen einschließlich der Kontrolle im Kaltluftsee derartig zusammengedrängt, daß bei dem Phänogramm der Abb. 22 keine eindeutige Unterscheidung zwischen mäßigen und extremen Früh- und Spättreibern getroffen werden kann.

2. Die Befunde über die Ausfallprozente nach der zweiten Vegetationsperiode

Die Tabelle 2 bietet eine Einsicht in die z.T. unterschiedlichen Ausfallprozente nach den beiden Versuchsjahren am Ende des

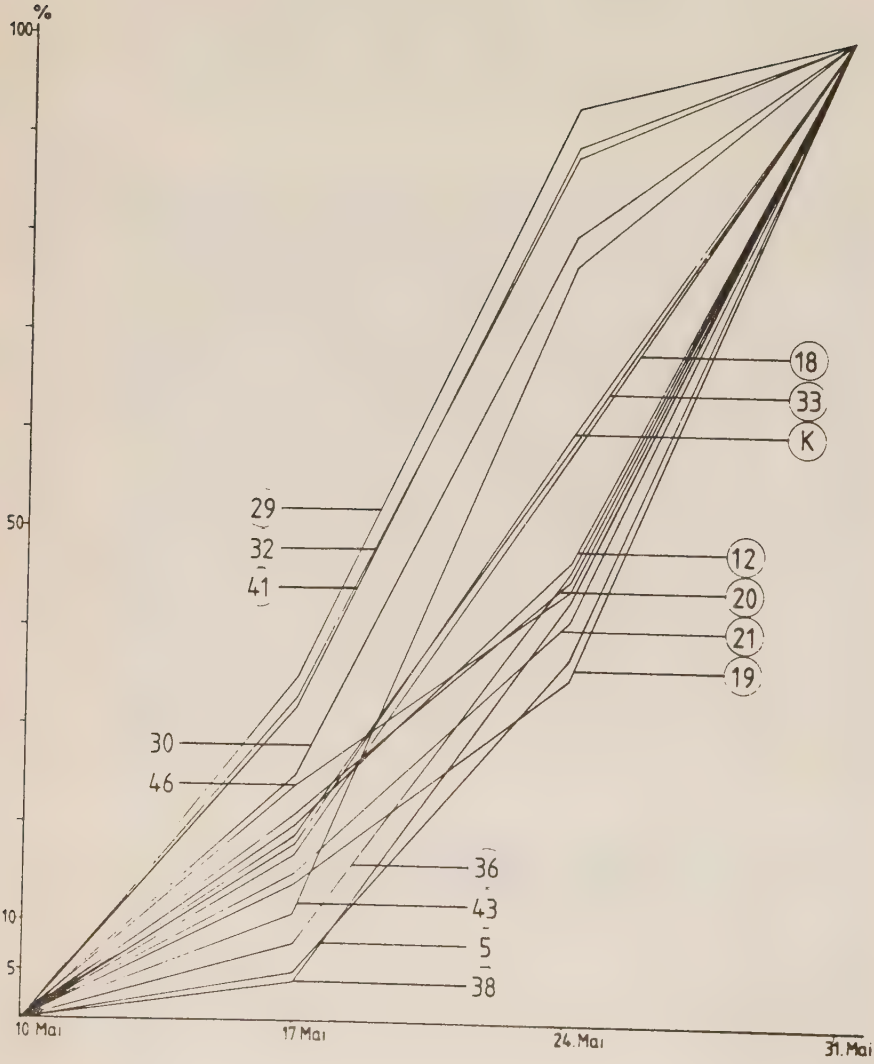


Abb. 22: Phänogramm aus dem Jahre 1979 von den Provenienzen im Kaltluftsee

	Freifeldprüfanlage					Freifeldprüfanlage			KLS	
	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	Absolut-Werte	%	RF	%	RF
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L 5	10	2	1	1	4	18	4	2	20	6
L 12	28	44	17	23	35	147	29	12	30	11
L 18	31	11	33	20	70	165	33	14	36	13
L 19	26	47	23	33	29	158	32	13	38	15
L 20	25	39	49	23	40	176	35	15	34	12
L 21	44	26	28	37	61	196	39	16	36	13
L 29	21	5	19	17	10	72	14	7	42	16
L 30	3	1	0	1	1	6	1	1	8	3
L 32	7	0	18	4	3	32	6	5	22	8
L 33	3	1	9	1	15	29	6	4	14	4
L 36	2	5	2	2	2	13	3	3	18	5
L 38	4	4	10	0	18	36	7	6	6	1
L 41	18	25	17	6	13	79	16	8	26	10
L 43	1	21	8	38	25	93	19	9	6	1
L 46	35	24	25	35	14	133	27	11	24	9
Kontr.	27	23	22	16	19	107	21	10	20	6
	295	278	231	257	359	1456	13		24	

Tab. 2: Ausfallprozente in der Freifeldprüfanlage und im Kaltluftsee

Jahres 1979. Wir erkennen zunächst einmal die Ausfallprozente auf den 5 Prüffeldern mit ihren standörtlichen Verschiedenheiten und in der Spalte 7 ihre jeweiligen arithmetischen Mittel. Da es uns um eine Bonitierung aller Provenienzen im Sinne einer Rangfolge und gleichzeitig innerhalb dieser Rangfolge darum ging, inwieweit die Ausfallprozente unter- und oberhalb der Kontrolle liegen, ist in Spalte 8 die Rangfolge angegeben. Die Ausfallprozente der Provenienzen im Kaltluftsee sind in Spalte 9 und die dazugehörige Rangfolge in Spalte 1o angegeben.

Bei Betrachtung der Tabelle 2 fällt uns auf, daß innerhalb der Freifeldprüfanlage nicht bei allen Provenienzen eine Ausgeglichenheit festzustellen ist, was insofern nicht verwunderlich ist, als alle Prüffelder ökologisch sehr verschieden ausgestaltet sind. Sehr unausgeglichen im Hinblick auf die Höhe der Ausfallprozente sind u.a. die Provenienzen L 18, L 32 und L 33. Wiederum andere Provenienzen zeigen eine Zwischenstellung im Hinblick auf Unausgeglichenheit und Ausgeglichenheit der Ausfallprozentzahlen. Ausgeprägter ausgeglichen sind die Ausfallprozente von L 36 und die der Kontrollpflanzen.

Wenn wir die Rangfolge der Ausfallprozente in Spalte 8 verfolso erkennen wir bei der Kontrolle die Rangfolge 1o. Über der Kontrolle liegen eindeutig die Provenienzen L 5, L 3o, L 32, L 33, L 36 und L 38. Unterhalb der Kontrolle liegen eindeutig die Provenienzen L 12, L 18, L 19, L 2o und L 21.

Wenn wir demgegenüber die Verhältnisse des Kaltluftsees betrachten, so ergibt sich aufgrund des krassen Standortunterschiedes ein deutlich unterschiedliches Bild. Die Kontrolle nimmt im Hinblick auf die Rangfolge die Ziffer Nr. 6 ein. Die gleiche Ziffer nimmt auch die Provenienz L 5 ein. Im Hinblick auf die Ausfallprozente gegenüber der Kontrolle sind folgende

Provenienzen überlegen: L 3o, L 33, L 36, L 38 und L 43. Vergleichsweise zur Kontrolle sind jedoch unterlegen die Provenienzen L 12, L 18, L 19, L 2o und L 21. Alle übrigen Provenienzen nehmen eine Zwischenstellung ein, so daß von ihnen nicht gesagt werden kann, daß sie vergleichsweise zur Kontrolle eindeutig überlegen oder unterlegen seien.

Aus der Tabelle 2 ist ersichtlich, wie groß die Unterschiede zwischen bester und schlechtester Provenienz im Hinblick auf die Absolutwerte sind. Die auf den Prüffeldern besteingestufteste Provenienz L 3o mit Rangziffer 1 hatte lediglich 6 Ausfälle zu verzeichnen. Die auf den Prüffeldern festgestellte schlechteste Provenienz L 21 mit Rangziffer 16 hatte insgesamt 196 Ausfälle zu verzeichnen. In der Mitte zwischen diesen beiden extremen Provenienzen liegt ziemlich genau die Kontrolle mit 1o7 Pflanzenausfällen.

Bei Betrachtung der Tabelle 2 sind auch die Werte unter dem Schlußstrich (Doppelstrich) von einem gewissen Interesse. Wir erkennen nämlich eine ungefähre Ausgeglichenheit aller Pflanzen auf den Prüffeldern Naßfeld, Feuchtfeld, Normalfeld, Sandfeld mit 285, 278, 281 und 257 Pflanzen. Demgegenüber fällt das Steinfeld sehr stark aus dem Rahmen mit insgesamt 359 Pflanzen, was uns einen gewissen Hinweis darauf gibt, daß das Steinfeld mit seinen extrem trockenen Bedingungen den dort durchgeführten Pflanzenanbau am stärksten belastet hatte.

3. Die Befunde über die Spätfrostfolgeschäden vom Jahre 1979

Im methodischen Teil der Arbeit wurde bereits auf den Spätfrost im Jahre 1979 hingewiesen, bei dem an 3 Tagen (4. bis 6. Mai)

die Temperatur unter den Nullpunkt sank. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, daß auf dem Versuchsfeld des Kaltluftsees zwar auch Frosteinwirkungen bestanden, aber sämtliche dortigen Pflanzen zum fraglichen Zeitpunkt nicht ausgetrieben hatten, so daß auch keine Spätfrostfolgeschäden entstehen konnten.

Infolgedessen war es uns nur möglich, Studien über die Spätfrostfolgen auf den Prüffeldern der Freifeldprüfanlage durchzuführen.

Das volle Ausmaß der Spätfrostfolgeschäden konnte erst gegen Ende der Vegetationszeit festgestellt werden, da es bei unseren untersuchten Provenienzen einige gab, die zwar im Frühjahr nahezu alle Blätter infolge vom Spätfrost verloren, aber die Möglichkeit hatten, im Laufe der Vegetationsperiode neue Blätter zu regenerieren und damit ihr Blattkleid zu erneuern, jedoch mit wesentlich kleineren Blättern und daher geringerer Blattmasse als bei denjenigen Provenienzen, die trotz Spätfrosteinwirkung ihre Blätter behalten konnten.

Zu denjenigen Provenienzen, die durch Spätfrosteinwirkung ihre Blätter verloren und sie teilweise nicht mehr regenerieren konnten zählen die Provenienzen L 32 und L 29.

Zu denjenigen Provenienzen, die durch Spätfrosteinwirkung ihre Blätter zwar auch verloren, aber später wieder regenerieren konten, zählen die Kontrollprovenienz und die Provenienzen L 33, L 41, L 2o, L 12, L 19, L 21 und L 43.

Das Ausfallergebnis haben wir nach der Aufnahme im Frühjahr klassifiziert, indem wir die Beschädigungsquote nach folgenden Klassen eingeteilt hatten: Beschädigungen über 5o% aller Pflanzen, Beschädigungen von 49 bis 25%, von 24 bis 15%, von 14 bis

5% und unter 5%. In diese Quotenklassen für die Beschädigungen haben wir die einzelnen Provenienzen eingeordnet und tabellarisch zusammengefaßt (s. Tab. 3):

über 5o%	49 - 25%	24 - 15%	14 - 5%	unter 5%
L 32	L 3o	L 33	L 12	L 5
L 29		L 41	Kont.	L 36
		L 2o	L 19	L 38
			L 21	
			L 43	

Tabelle 3: Beschädigungsquoten

Diese Tabelle 3 ist lediglich ein Auszug aus den Tabellen 4 und 5, in denen wir Absolutwerte und Relativwerte der im Frühjahr festgestellten Beschädigungen zusammenstellten.

Tabelle 4 faßt die Beschädigungsquoten in Form von Absolutwerten zusammen, Tabelle 5 die Beschädigungsquoten in Form von Prozenten.

Das Säulendiagramm der Abb. 23 macht noch einmal deutlich das prozentuale Verhältnis des Anteils der Pflanzen, die bei Einbruch des Spätfrostes getrieben hatten im Vergleich zum Prozentanteil der durch Spätfrost beschädigten Pflanzen. Aus der Graphik geht hervor: Je höher die Austriebsquote zum Zeitpunkt des Spätfrostes war, desto höher fiel der Spätfrostschaden selbst aus. Aus diesem Befund wird deutlich, daß beim mitteleuropäischem An-

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	Summe	Rangfg.
L 5	1	2	3	2	1	9	2
L 12	4	5	26	7	11	53	1o
L 18	5	6	15	17	1	44	8
L 19	9	5	1o	9	7	4o	6
L 2o	3	7	11	2o	1o	51	9
L 21	2	7	5	6	3	23	4
L 29	41	95	68	61	36	3o1	15
L 3o	16	25	24	38	22	125	14
L 32	73	93	47	78	52	343	16
L 33	9	25	15	27	12	88	13
L 36	2	1	1	3	3	1o	3
L 38	o	o	o	o	o	o	1
L 41	15	19	21	14	12	81	12
L 43	o	13	4	3	3	23	4
L 46	2	5	8	11	14	4o	6
Kontr.	8	9	15	15	14	61	11
	19o	317	273	311	2o1	1292	

Tab. 4: Beschädigungsquoten in Form von Absolutwerten der mit Nekrose behafteten Pflanzen, die aufgrund der Spätfrostfolgen 1979 aufgetreten sind.

Provenienz	Prozentualer Anteil der Pfl., die bei Einbruch des Spätfrostes getrieben hatten	Prozentualer Anteil der frostgeschädigten Pfl.	Anteil in % der frostgeschädigten Pfl. im Verhältnis zu den ausgetriebenen Pfl.
L 5	13	2	15
L 12	29	15	51
L 18	26	13	5o
L 19	25	12	48
L 2o	27	16	59
L 21	24	8	33
L 29	91	71	78
L 3o	45	26	58
L 32	87	74	85
L 33	48	19	4o
L 36	12	2	16
L 38	1	o	o
L 41	47	19	4o
L 43	15	6	4o
L 46	2o	11	55
Kontr.	42	15	36

Tab. 5: Prozentuales Verhältnis zwischen den im Jahre 1979 frostgeschädigten Pflanzen im Vergleich zu den unversehrten Pflanzen

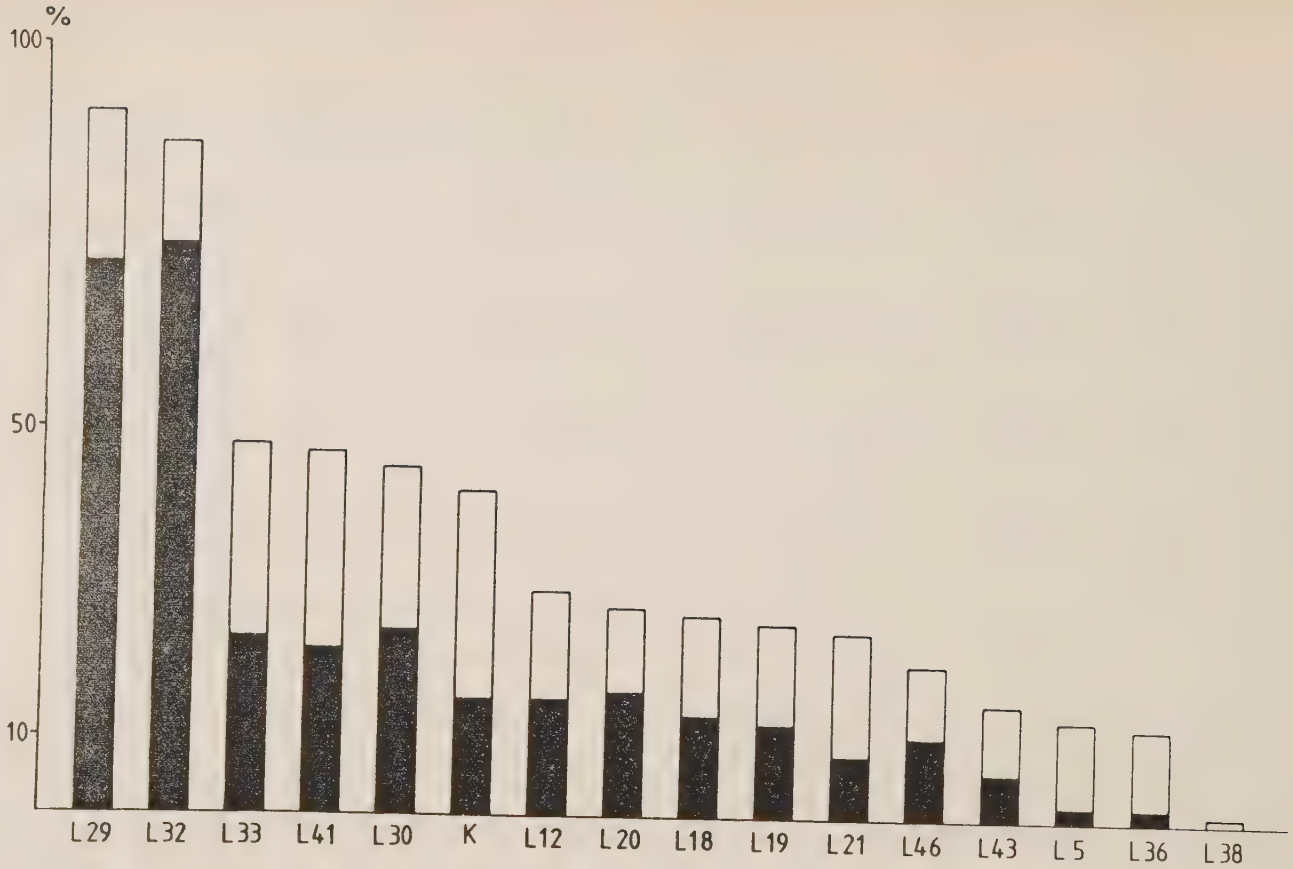


Abb. 23: Graphische Darstellung der Werte von Tab. 5. Die schwarzen Säulenabschnitte stellen den prozentualen Anteil der frostgeschädigten und die weißen Säulenabschnitte den der nicht frostgeschädigten Provenienzen dar.

bau mehrerer Provenienzen tunlichst darauf zu achten ist, möglichst spättreibende Provenienzen einzusetzen. So ist es nicht verwunderlich, daß die in den Phänogrammen der Abb. 2o und 21 hervorgehobenen Spättreiber zugleich auch diejenigen Provenienzen sind, die unter Spätfrostfolgeschäden nicht oder kaum gelitten haben.

4. Die Befunde der am Ende des Spätfrostjahres 1979 gebildeten Jahreszuwüchse und ihre Beziehungen zu der gebildeten Blattmasse

Bei der Zuwachserfassung des Jahresendtriebes von 1979, jenem Jahr, da die Spätfröste die Pflanzen im Mai ökologisch geschädigt haben, führten wir an jeder Pflanze entsprechende Längenmessungen durch.

Mit der Höhentriebmessung nahmen wir auch, nach Feldern und Provenienzen getrennt, die Blattmasse in der Weise auf, daß wir nach Abschluß der Höhentriebmessungen sämtliche Blätter aller Pflanzen einsammelten, so daß wir die jeweils eingesammelte Blattmasse zunächst trockneten und dann wiegen konnten.

Die Höhenzuwüchse konnten wir ohne Schwierigkeiten in 3 Klassen einteilen:

- Höhenzuwüchse mit mehr als 8 cm,
- " zwischen 4 - 8 cm
- " unter 4 cm

Gemäß diesem Einteilungsprinzip konnten wir alle Provenienzen auf die drei Höhenzuwachsklassen verteilen, wie aus der Tab.6

Z = mehr als 8 cm	Z = 4 - 8 cm	Z = unter 4 cm
L 38	L 3o	L 12
L 36	L 32	L 18
	L 41	L 19
	Kontr.	L 2o
	L 5	L 21
	L 43	L 29
		L 33
		L 46

Tabelle 6 : Klasseneinteilung der mittleren Höhenzuwüchse von 1979

hervorgeht.

Nachdem wir die mittleren Höhenzuwüchse von 1979 provenienzweise geordnet hatten und uns die Ausfallquoten bekannt waren, berechneten wir den Korrelationskoeffizienten beider Größen und erhielten einen Korrelationswert von o,66, welcher darauf hindeutet, daß wohl eine Beziehung, wenn auch nur eine schwache zwischen den Zuwüchsen und der Ausfallquote besteht.

Wir führten außerdem eine Korrelationsrechnung zwischen den mittleren und den maximalen Zuwüchsen durch und erhielten einen Korrelationskoeffizienten von o,85. In Tab. 7 sind die Zuwachsmittelwerte und in Tab. 8 die maximalen Zuwüchse vom Jahre 1979 zusammengestellt. Aus beiden Tabellen geht die uns schon bekannte Rangfolge der einzelnen Provenienzen hervor: Die Provenienz L 38, L 36 und L 5 liegen über dem Durchschnitt jener Werte , die sich um die Werte der Versuchskontrolle gruppieren (Kontrolle, L 43, L 41, L 32, L 3o). Von den um die Kontrolle sich gruppierenden Werten sind wiederum diejenigen Provenienzen abgesetzt, die deutlich unter den Werten der Kontrolle lagen. Diese sind: L 12, L 18, L 19, L 2o, L 21, L 29, L 33 und L 46.

Nach dieser tabellarischen Aufstellung berechneten wir die Streuungen aller Zuwüchse und stellten diese wiederum felder- und provenienzspezifisch tabellarisch zusammen, wie aus Tab. 9 hervorgeht. Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß die Streuung um so größer ausfiel je stärker die Endtriebe vom Jahre 1979 ausgebildet waren.

Wir hatten nun zur Verdeutlichung des gewonnenen Zahlenmaterials ein Säulendiagramm dargestellt (Abb. 24) und darin die Mittelwerte der Zuwüchse ihrer Größenrangfolge nach angeordnet und in diesem Diagramm gleichzeitig durch eine Begrenzungslinie die Größe der Genauigkeit des arithmetischen Mittels mitaufge-

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	MW	RF	KLS	RF
L 5	4,9	6,3	8,o	4,8	5,9	5,98	4	1,25	5
L 12	2,1	2,3	2,4	3,2	1,6	2,32	15	1,o2	15
L 18	2,6	3,9	2,4	2,o	1,9	2,56	13	1,o3	13
L 19	1,9	4,1	3,4	3,6	2,o	3,oo	1o	1,14	8
L 2o	2,2	4,5	2,5	3,6	2,8	3,12	1o	1,o4	12
L 21	1,4	4,4	1,4	2,9	2,7	2,56	14	1,o6	1o
L 29	1,7	2,o	1,9	2,1	2,o	1,94	16	1,o3	13
L 3o	4,o	7,8	5,2	5,5	6,5	5,8o	6	1,45	2
L 32	3,9	5,6	5,2	8,4	6,3	5,88	5	1,12	9
L 33	2,4	4,3	3,4	2,9	2,6	3,12	9	1,o5	11
L 36	8,o	12,1	8,3	8,8	9,1	9,26	2	1,39	3
L 38	6,3	12,1	11,5	1o,5	8,3	9,74	1	1,71	1
L 41	3,7	3,8	4,o	5,2	4,o	4,14	8	1,18	6
L 43	9,8	4,3	7,7	4,9	6,5	6,64	3	1,37	4
L 46	2,6	4,4	3,o	2,3	1,5	2,76	12	1,oo	16
Kontr.	4,7	7,o	4,1	6,o	5,3	5,42	7	1,15	7
	3,88	5,55	4,65	4,79	4,31	4,64		1,18	

Tabelle 7: Zuwachsmittelwerte vom Jahre 1979 (in cm)
Es bedeuten MW = Mittelwert, RF = Rangfolge,
KLS = Kaltluftsee

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	MW	Rangfg.
L 5	2o	26	2o	14	2o	2o	5
L 12	6	13	6	14	9	9,6	13
L 18	8	13	9	8	4	8,4	14
L 19	9	17	11	1o	7	1o,8	12
L 2a	11	13	1o	1o	13	11,4	11
L 21	6	12	6	9	7	8	15
L 29	5	9	5	11	1o	8	15
L 3o	17	25	14	17	24	19,4	6
L 32	14	18	19	23	2o	18,8	7
L 33	17	21	13	1o	9	14	9
L 36	33	28	28	26	25	28	1
L 38	29	29	32	24	2o	26,8	2
L 41	21	13	16	25	17	18,4	8
L 43	3o	2o	28	25	23	25,2	3
L 46	17	2o	15	5	1o	13,4	1o
Kontr.	27	32	13	22	18	22,4	4

Tabelle 8: Maximalzuwüchse (cm) vom Jahre 1979

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	MW
L 5	4,56	5,82	5,11	2,83	4,60	4,54
L 12	1,65	2,20	1,77	2,92	2,04	2,11
L 18	2,18	3,67	2,08	1,87	1,27	2,21
L 19	1,81	4,23	2,50	2,48	1,71	2,54
L 2o	1,78	3,51	2,38	2,33	2,88	2,57
L 21	1,20	3,41	1,33	2,18	2,23	2,07
L 29	1,71	1,84	1,43	1,22	2,37	1,71
L 3o	3,70	4,69	2,95	3,70	5,29	4,06
L 32	3,43	3,46	2,28	5,50	4,22	3,77
L 33	1,17	2,38	3,86	2,30	2,07	2,35
L 36	6,14	7,74	5,78	5,82	5,17	6,13
L 38	4,75	5,87	6,05	5,94	5,33	5,58
L 41	3,80	3,08	3,66	4,49	3,96	3,79
L 43	10,10	4,61	6,28	5,48	6,47	6,58
L 46	2,77	2,96	2,60	1,27	1,71	2,26
Kontr.	5,15	6,80	3,06	5,03	4,62	4,93

Tab. 9: Streuungen (cm)
MW = Mittelwert (mittlerer Streuung)

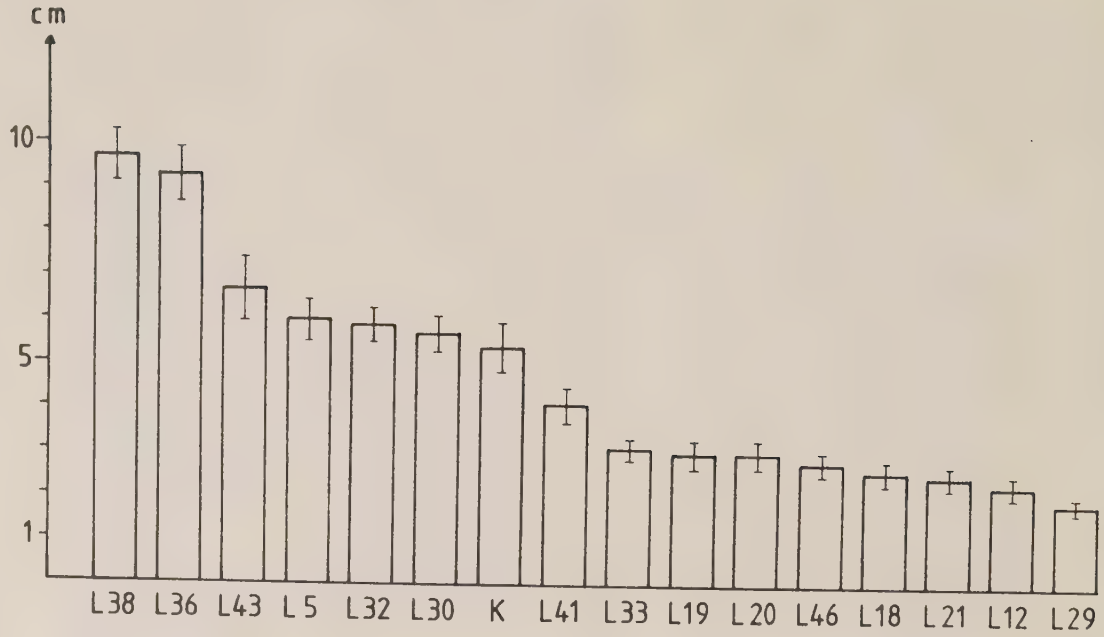


Abb. 24: Mittlere Zuwüchse mit Fehlerangaben des Mittelwertes

tragen, welches rechnerisch aus den Streuungen abgeleitet worden war.

Die Begrenzungslinie des arithmetischen Mittels erlaubt einen Vergleich aller Provenienzen untereinander. Stimmt die Begrenzungslinie eines arithmetischen Mittels mit derjenigen eines anderen arithmetischen Mittelwertes in dem Sinne überein, daß sie wenigstens eine bestimmte Strecke der Begrenzungslinie gemeinsam haben, so ist anzunehmen, daß in der Größenordnung beider Mittelwerte kein eindeutiger statistischer Unterschied gegeben ist. Stimmt die Begrenzungslinie eines arithmetischen Mittelwertes nicht überein, so daß zwischen den beiden Begrenzungslinien keine Überlappung festzustellen ist, so ist anzunehmen, daß in der Größenordnung beider Mittelwerte ein eindeutiger statistischer Unterschied gegeben ist.

Bei Betrachtung des Säulendiagramms (Abb. 24) mit Angabe der Begrenzungslinie der Genauigkeit des arithmetischen Mittels schält sich recht gut eine statistische Gruppierung der einzelnen Provenienzen im Hinblick auf ihre statistische Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung heraus: Statistisch übereinstimmend sind weitgehend die gutwüchsigen Provenienzen L 38 und L 36. Von diesen beiden Spitzenprovenienzen ist eine Provenienzgruppe abgesetzt mit deutlich niedrigeren Mittelwerten: Hierzu gehören L 43, L 5, L 32, L 3o und die Kontrollprovenienz. Dieser Gruppe folgt eine einzige Provenienz mit deutlich niedrigen Mittelwerten, nämlich die Provenienz L 41. Dieser Provenienz folgt eine Reihe von Provenienzen mit niedrigsten Zuwüchsen, zu denen L 33, L 19, L 2o, L 46, L 18, L 21, L 12 und L 29 zählen, wobei dem hinzuzufügen ist, daß die letzte Provenienz L 29 statistisch abgesichert die allerniedrigsten Zuwüchse aufweist, vergleichsweise zu allen anderen Provenienzen ihrer Gruppe.

Bisher betrachteten wir die Zuwüchse in erster Linie provenienzspezifisch. Wir versuchten im Anschluß daran, die Zuwüchse den einzelnen Prüffeldern zuzuordnen, indem wir sehr günstige, mittelmäßige, ungünstige und sehr ungünstige Zuwachsleistungen unterschieden. Diese Unterteilung nahmen wir folgendermaßen vor: Von jeder Provenienz wurde zunächst der Mittelwert von allen Prüffeldern bestimmt und diesem Mittelwert Rahmenbedingungen zugeordnet, die folgendermaßen festgelegt wurden:

Mittelwert der Provenienz	+ 5o%	=	sehr günstiges Wachstum
" " "	+ 25%	=	günstiges "
" " "	± 25%	=	mittelmäßiges "
" " "	- 25%	=	ungünstiges "
" " "	- 5o%	=	sehr ungünstiges "

Wir suchten nun diejenigen Prüffelder auf, auf denen diese soeben genannten Kriterien mit ihren Rahmenbedingungen zutrafen und stellten das Ergebnis in Tab. 1o zusammen.

Sehr gute Wuchsbedingungen wurden auf dem Feuchtfeld bei den Provenienzen L 21 und L 46 gefunden. Sehr ungünstige Wuchsbedingungen im Kaltluftsee bei allen Provenienzen. Die günstigen, mittleren und ungünstigen Bedingungen waren bei den meisten Provenienzen festzustellen, die gleichermaßen auf dem Feuchtfeld, Normalfeld, Sand- und Steinfeld vorkamen (L 12, L 18, L 19, L 2o, L 3o, L 32, L 33, L 38 und L 43).

Nach der Tabelle 1o entfielen die günstigen und die sehr günstigen Zuwachsbedingungen meistens auf das Feuchtfeld. Die ungünstigen Bedingungen fielen überwiegend auf das Naßfeld. Alle anderen Zuwachsleistungen liegen mehr in der Mitte, und zwar zu einem kleinen Teil auf dem Feuchtfeld, zum größten Teil auf dem Normal-, Stein- und Sandfeld und wiederum zu einem kleinen Teil auf dem Naßfeld.

Provenienz	sehr günstig	günstig	mittelmäßig	ungünstig	sehr ungünstig
L 5		No	Feu Na Sd St		KLS
L 12		Sd	Feu No No	St	KLS
L 18		Feu	Na No	Sd St	KLS
L 19		Feu	Sd No	Na St	KLS
L 2o		Feu	Sd No St	Na	KLS
L 21	Feu		Sd St	Na No	KLS
L 29			Na Feu No Sd St	KLS	
L 3o		Feu	No Sd St	Na	KLS
L 32		Sd	No Feu St	Na	KLS
L 33		Feu	No Sd St	Na	KLS
L 36		Feu	No Sd St Na		KLS
L 38		Feu	No Sd St	Na	KLS
L 41		Sd	No Na Feu St		KLS
L 43		Na	No St	Feu Sd	KLS
L 46	Feu		No Na Sd	St	KLS
Kontr.		Feu	No Na Sd St		KLS

Tab. 1o: Die Eingruppierung der Zuwachsleistungen in die einzelnen Prüffelder

Abkürzungen:
No = Normalfeld
Na = Naßfeld
Feu = Feuchtfeld
Sd = Sandfeld
St = Steinfeld
KLS = Kaltluftsee

Die Eingruppierung der unterschiedlichen Zuwachsbedingungen in die einzelnen Prüffelder stimmt auch recht gut mit der Schlußzeile der Tab. 7 (Zuwachsmittelwerte vom Jahre 1979) überein. Dort finden wir die höchsten Zuwüchse auf dem Feuchtfeld, die zweithöchsten auf dem Sandfeld, die dritthöchsten auf dem Normalfeld, die vierthöchsten auf dem Steinfeld, die fünfthöchsten auf dem Naßfeld und die niedrigsten Zuwüchse, vergleichsweise zu allen anderen, im Kaltluftsee mit nur 1,19 vom mittleren Jahreszuwachs.

Ähnlich wie bei den Zuwüchsen stellten wir auch das Gewicht der mittleren Blattmasse in Tab. 11 zusammen, die einen gleichen Trend wie die Trieblängen in ihrer Schlußzeile der Tab. 7 erkennen läßt. Diese Werte brachten wir nun graphisch mit den mittleren Zuwachswerten in eine Beziehung, die in dem Säulendiagramm der Abb. 25 zur Darstellung gebracht sind. Das Säulendiagramm besteht aus Doppelsäulen für alle untersuchten Provenienzen. Es ist aus ihm zu sehen, ob mehr oder minder große Unterschiede zwischen dem mittleren Zuwachs und dem mittleren Blattgewicht bestehen. Vor allem läßt sich aus diesem Säulendiagramm eine Fünfteilung von jeweils fünf Gruppen von Provenienzen unterscheiden:

Provenienzen mit einem mittleren Blattgewicht von über 2,5 g
" " " " " " über 2,o g
" " " " " " über 1,5 g
" " " " " " über 1,o g
" " " " " " unter 1,o g

Die Zuordnung der einzelnen Provenienzen in die soeben aufgeführten Blattgewichtsgruppen ist aus der Tab. 11 zu entnehmen. Ebenfalls sehr anschaulich vermittelt das Säulendiagramm der Abb. 25 mit den Doppelsäulen Zuwachsmittel und Blattgewichtsmittel,

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	MW	RF	KLS	RF
L 5	1,70	2,23	2,08	1,58	2,98	2,12	4	0,21	4
L 12	0,45	0,62	0,64	0,77	1,07	0,71	15	0,16	8
L 18	0,62	1,22	0,68	0,69	0,76	0,79	14	0,11	12
L 19	0,59	1,08	0,90	1,03	1,46	1,01	11	0,13	11
L 2o	0,37	1,67	0,89	1,90	1,04	1,17	9	0,11	12
L 21	0,42	2,09	0,65	1,24	1,03	1,09	10	0,11	12
L 29	0,44	0,81	0,36	0,47	0,45	0,51	16	0,07	16
L 3o	1,31	2,35	1,30	2,26	2,01	1,85	5	0,14	10
L 32	0,70	1,29	0,95	1,83	1,30	1,21	8	0,20	5
L 33	0,73	1,42	0,70	1,02	0,95	0,96	12	0,20	5
L 36	2,36	3,75	2,43	2,79	3,05	2,88	2	0,22	3
L 38	1,58	4,08	3,80	3,40	3,37	3,25	1	0,24	2
L 41	1,26	0,87	1,37	2,11	1,70	1,46	7	0,10	15
L 43	2,41	1,50	2,82	1,57	2,64	2,19	3	0,29	1
L 46	0,88	1,26	0,82	0,59	1,14	0,94	13	0,16	8
Kontr.	1,56	2,08	1,03	2,31	1,45	1,68	6	0,19	7
	1,09	1,77	1,34	1,60	1,65	1,49		0,17	

Tab. 11: Blattgewichte (g)

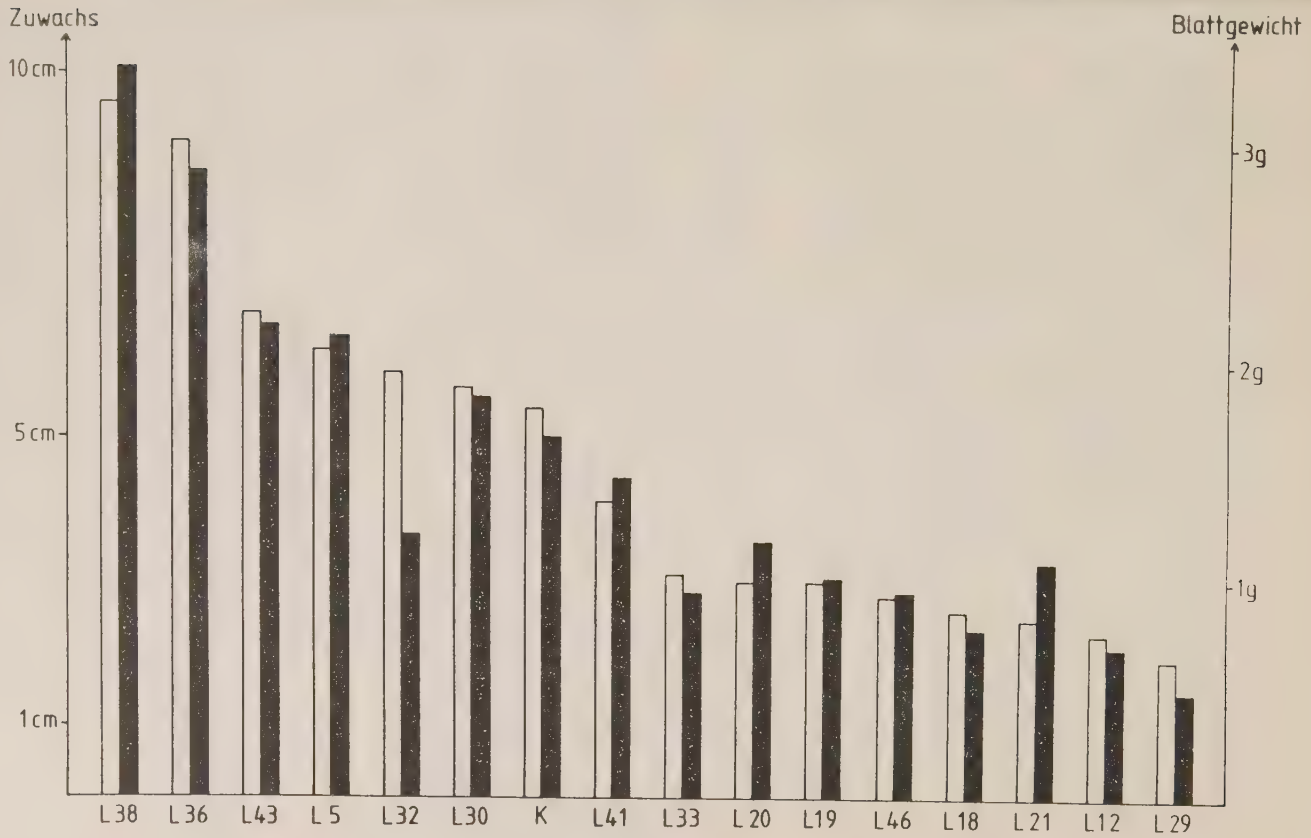


Abb. 25: Gegenüberstellung von Zuwachs (weiße Säulen) und Blattgewicht (schwarze Säulen)

in welchem Ausmaß die jeweilige Provenienz durch Frosteinwirkung an Blattgewicht verlor. Hier fällt unter allen anderen die Provenienz L 32 mit besonders niedriger Säule auf. Diese Säule bringt das Blattgewicht zum Ausdruck, vergleichsweise zur, den mittleren Zuwachs darstellenden Säule: Die beiden Säulen dieser Provenienz sind auffallend unterschiedlich hoch. Die Provenienz zeichnet sich dadurch aus, daß sie nach der Spätfrosteinwirkung zunächst fast alle Blätter verlor und hierauf eine Vielzahl von allerdings nur leichtgewichtigen Blättern bildete. Ein ähnlicher Vorgang war auch bei der Provenienz L 29 zu beobachten: Dort kommt der Säulengrößenunterschied jedoch weniger zum Ausdruck, da die Provenienz ohnehin sehr geringwüchsig war und auch einen minimalen Jahresendtrieb vom Jahre 1979 bildete.

Im Anschluß an das Säulendiagramm der Abb. 25 fertigten wir eine Korrelationsgraphik mit Angaben der Blattgewichte (Abszisse) und der Zuwachswerte (Ordinate) von 1979 an (Abb. 26). Man erkennt deutlich, daß sich alle Werte relativ gut um eine ausgleichende Regressionsgerade gruppieren. Der Korrelationskoeffizient beträgt o,91. Doch weist die Korrelationsgraphik trotz des hohen Korrelationskoeffizienten eindeutig 5 gut feststellbare Ausreißerwerte auf. Sie sind in der Korrelationsgraphik durch verdickte Punkte hervorgehoben und entfallen ausnahmslos auf die Provenienz L 32 auf allen Prüffeldern, wo im Bereich der Freifeldprüfanlage im Frühjahr 1979 ein schwerwiegender Spätfrost stattgefunden hatte.

5. Die Befunde der Idiogramme

Um eine vergleichende Übersicht über die wichtigsten morphometrischen Daten zu erhalten, erstellten wir von allen 19 Pro-

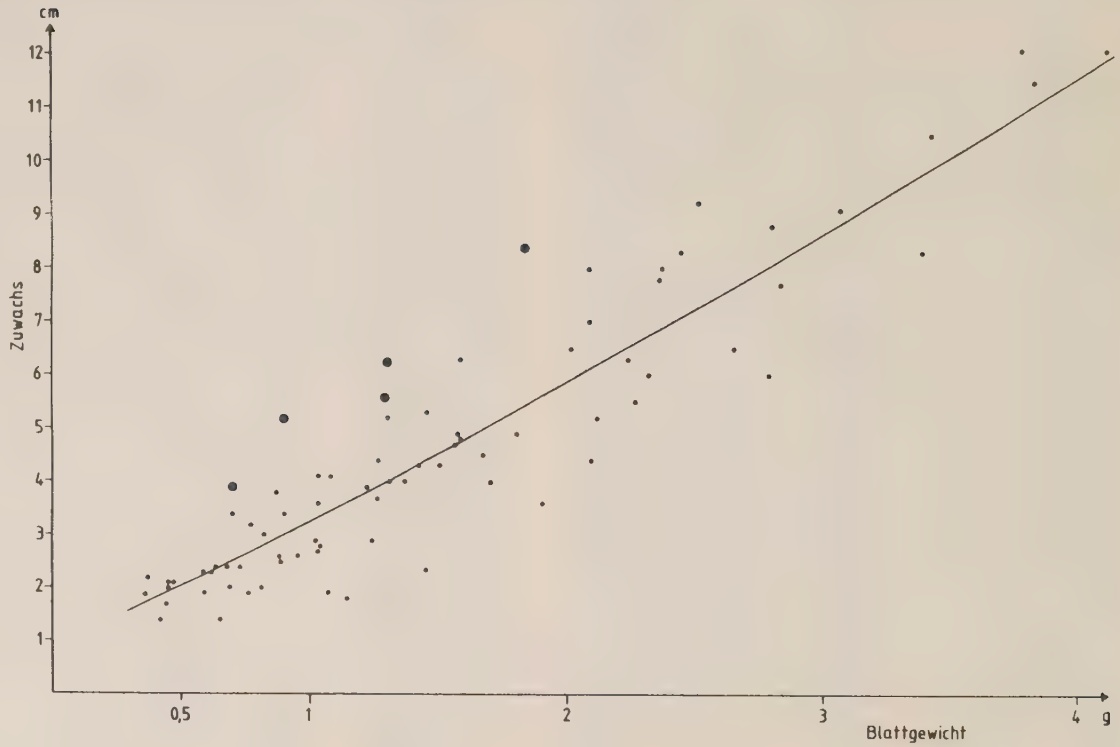


Abb. 26: Korrelation von Blattgewicht und Zuwachs

venienzen Idiogramme mit Angaben über Blattgewicht, Blattoberfläche, Sproßhöhe, Wurzelhalsdurchmesser, Wurzellänge, Wurzelgewicht und dem Feimwurzelgehalt (vergleichsweise zum Wurzelgesamtgewicht) in der Weise wie dies im Kapitel II. 5. E. geschildert und dort durch ein Erläuterungsschema erörtert worden ist.

Wie bereits im methodischen Teil der Arbeit erwähnt, konnten wir aus Gründen des Arbeitsaufwandes nur eine Pflanze pro Provenienz und Prüffeld (also insgesamt 6 Pflanzen pro Provenienz) näher untersuchen, wobei wir bei der Auswahl dieser Repräsentativpflanzen das Kriterium der mittleren Beblätterung heranzogen, welches wir als repräsentativ ansahen. Es bestätigte sich später, daß zwischen Blattmenge und Höhenzuwachs ein Korrelarionskoeffizient von o,91 vorhanden war, wobei unterstellt werden kann, daß eine Pflanze von mittlerer Beblätterung auch vom Zuwachs her als dem mittleren Bereich angehörig und dementsprechend als repräsentativ gelten kann.

Um dem Leser einen ersten Überblick über die erhaltenen Idiogramme zu vermitteln, zeigen die Abbildungen 27 bis 42 die 96 erstellten Idiogramme, also jeweils ein Idiogramm von je einem Prüffeld. Da wir es mit 16 Provenienzen und 6 Prüffeldern zu tun hatten, beträgt die Anzahl der Idiogramme 96.

Die zu den Graphiken zugehörigen numerischen Werte sind in den Tabellen 12 bis 19 zusammengestellt, wobei für die Kriterien Sproßhöhe (Tab. 12), Blattgewicht (Tab. 13), Blattoberfläche (Tab. 14), Blattanzahl (Tab. 15), Wurzelhalsdurchmesser (Tab. 16), Wurzelgesamtgewicht (Tab. 17), Wurzellänge (Tab. 18) und Feinwurzelgewicht (Tab. 19) im Tabelleneingang die jeweiligen Provenienzen (L 5, L 12, L 18, L 19, L 2o, L 21, L 29, L 3o , L 32, L 33, L 36, L 38, L 41, L 43, L 46 und die Kontrollprovenienz) angegeben worden sind.

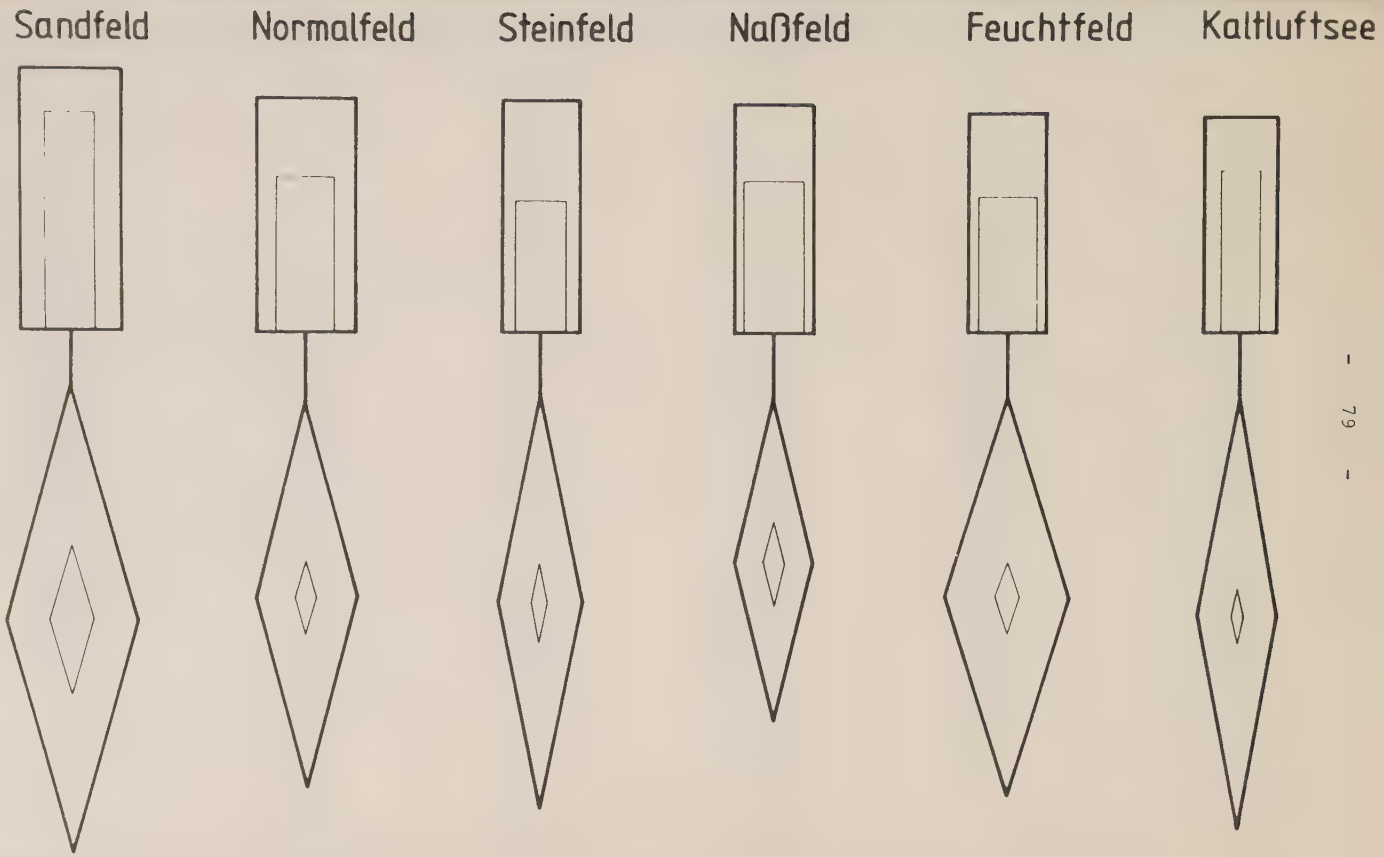


Abb. 27: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 5 (Erläuterung in Abb. 18)

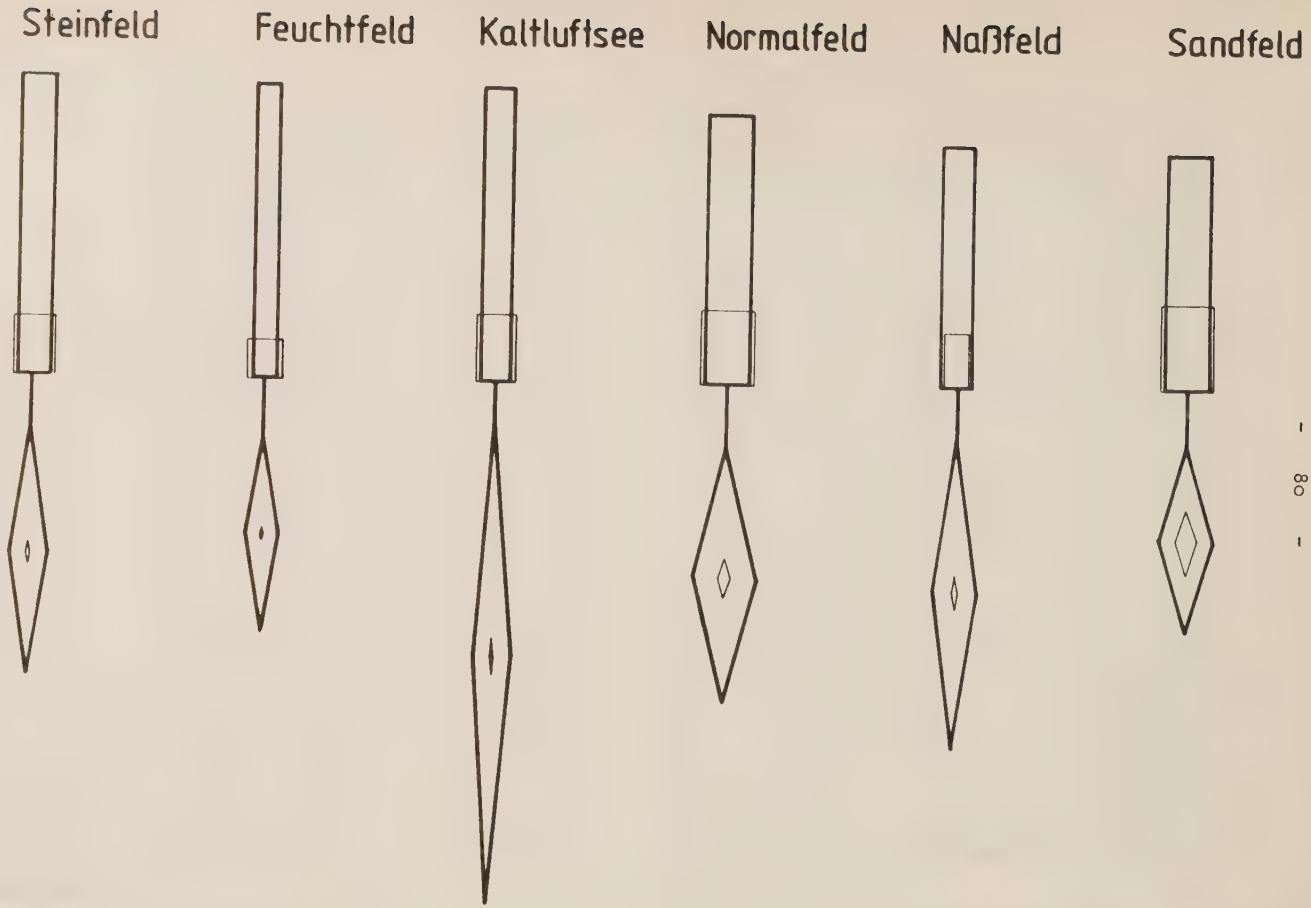


Abb. 28: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 12 (Erläuterung in Abb.

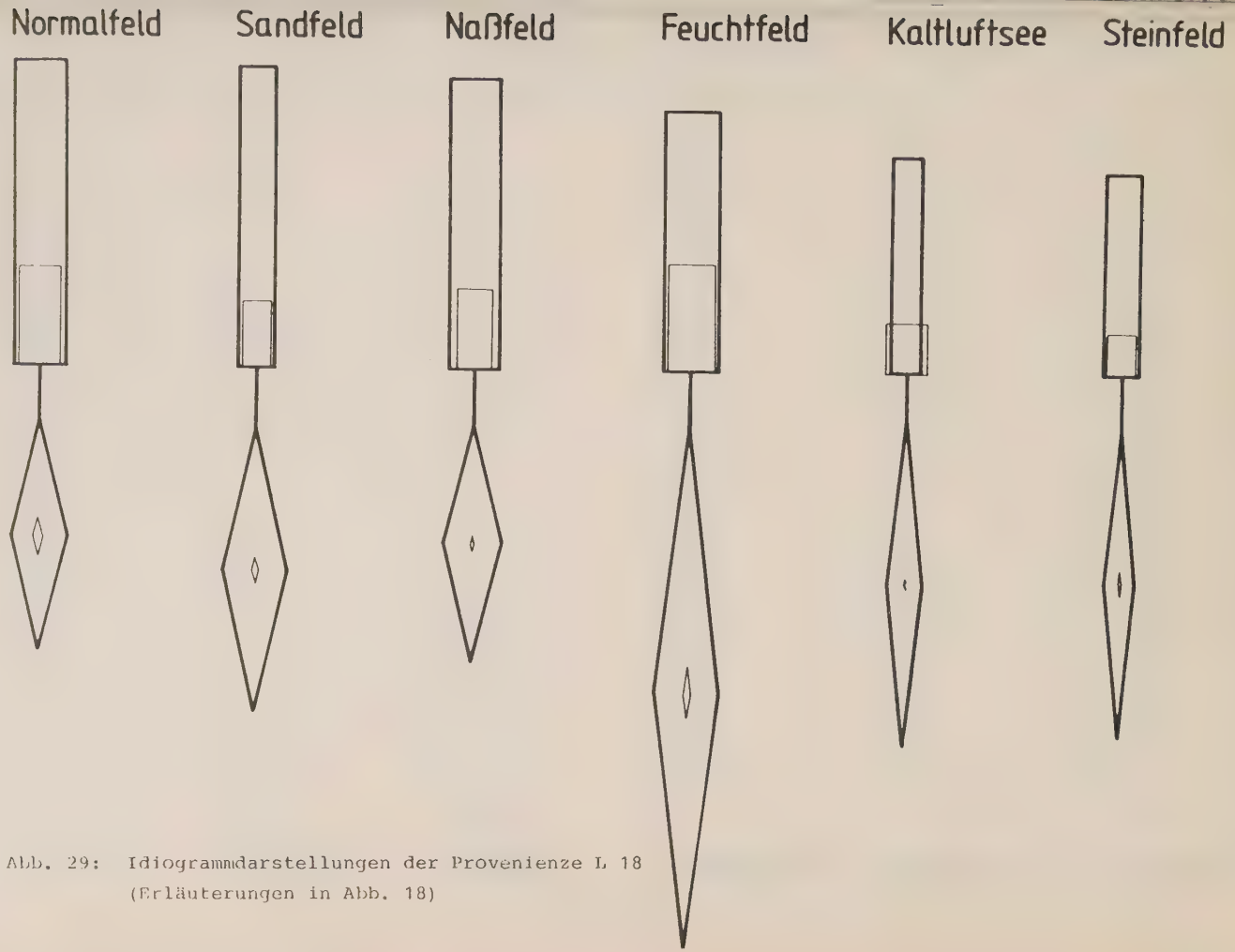


Abb. 29: Idiogrammdarstellungen der Provenienze L 18
(Erläuterungen in Abb. 18)

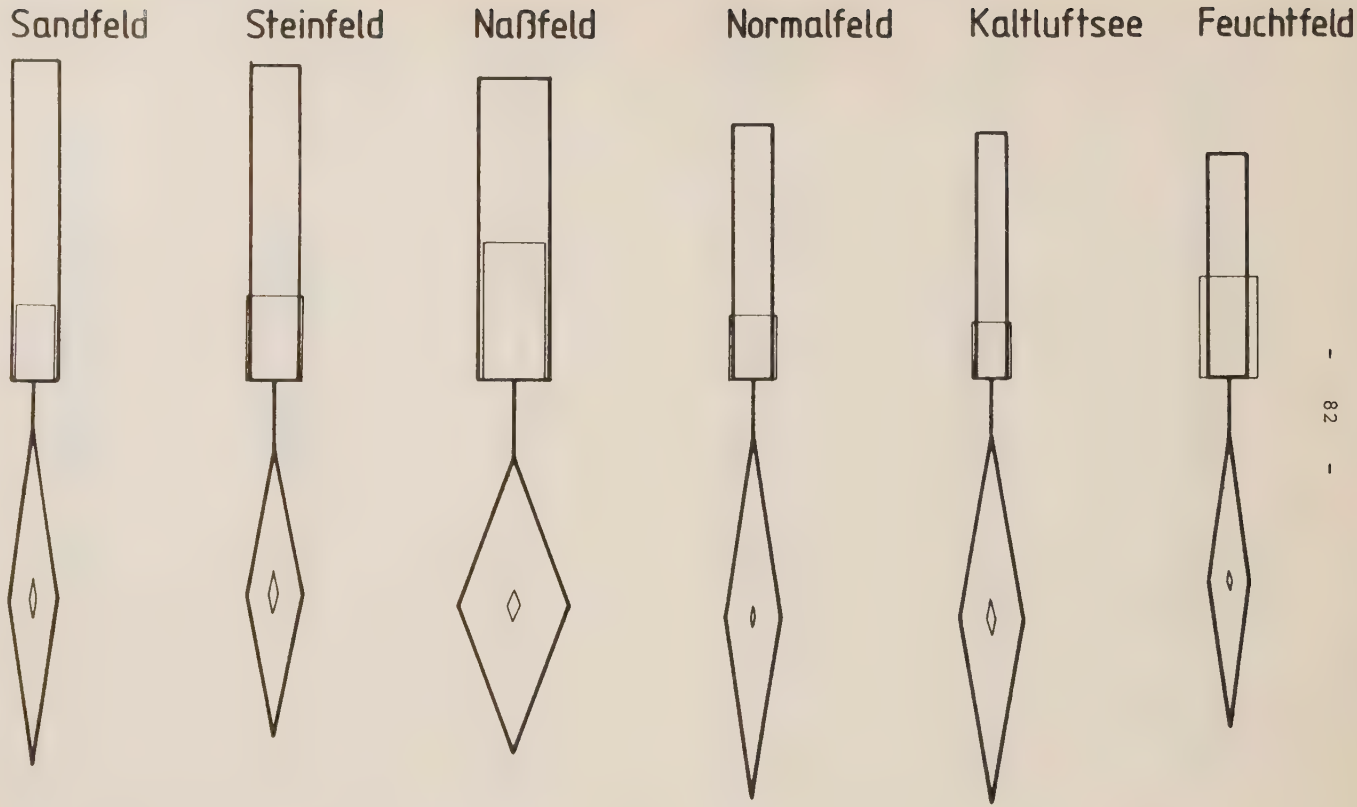


Abb. 30: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 19 (Erläuterung in Abb. 18)

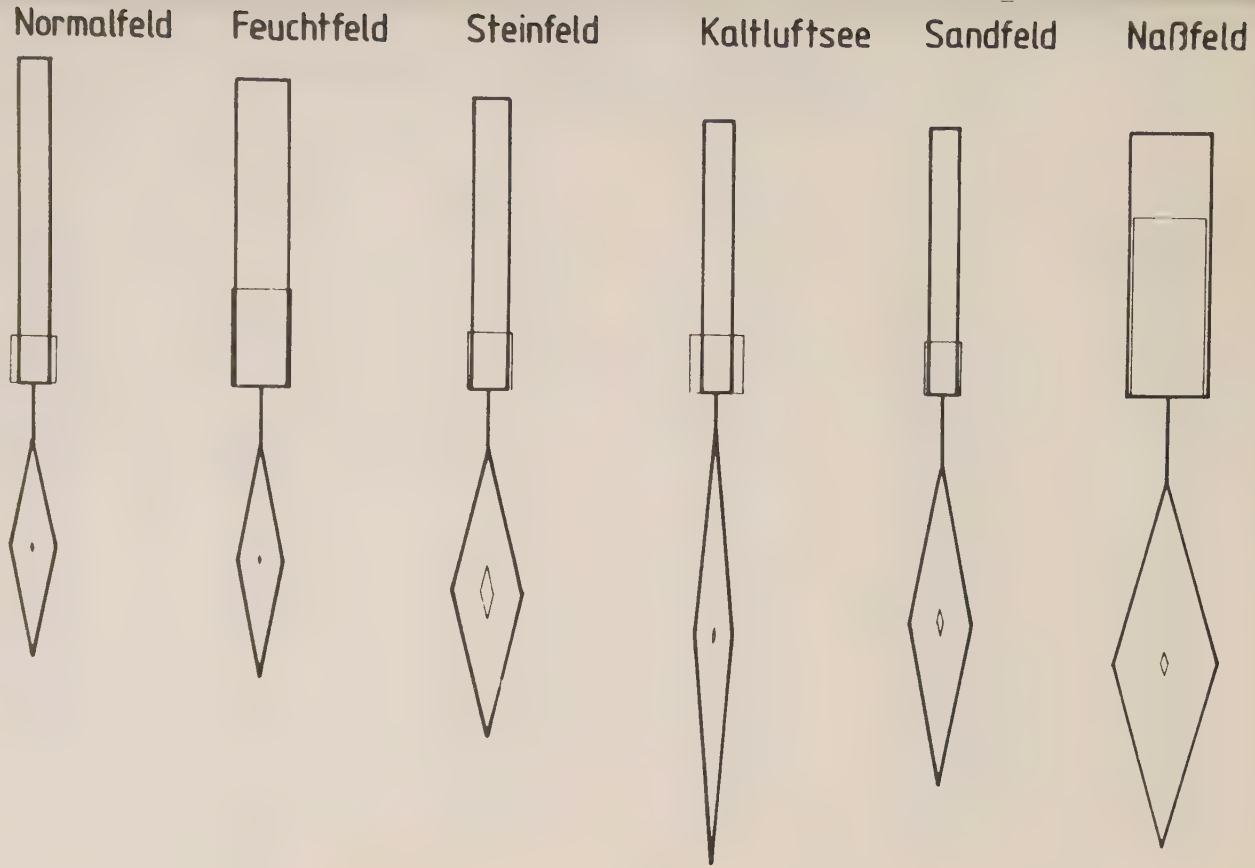


Abb. 31: Idiogrammdarstellungen von Provenienz I. 2o (Erläuterungen in Abb. 18)

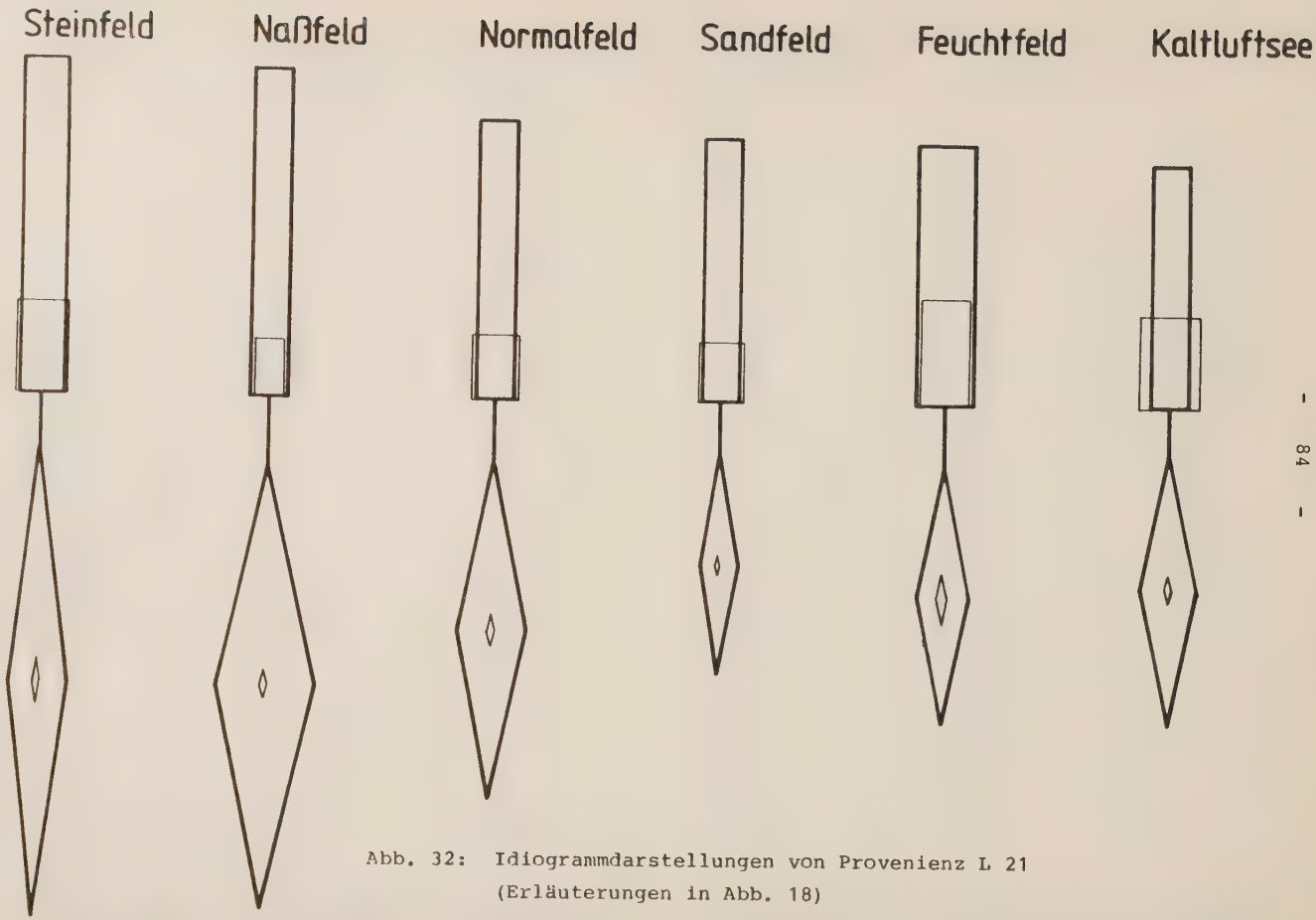


Abb. 32: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 21
(Erläuterungen in Abb. 18)

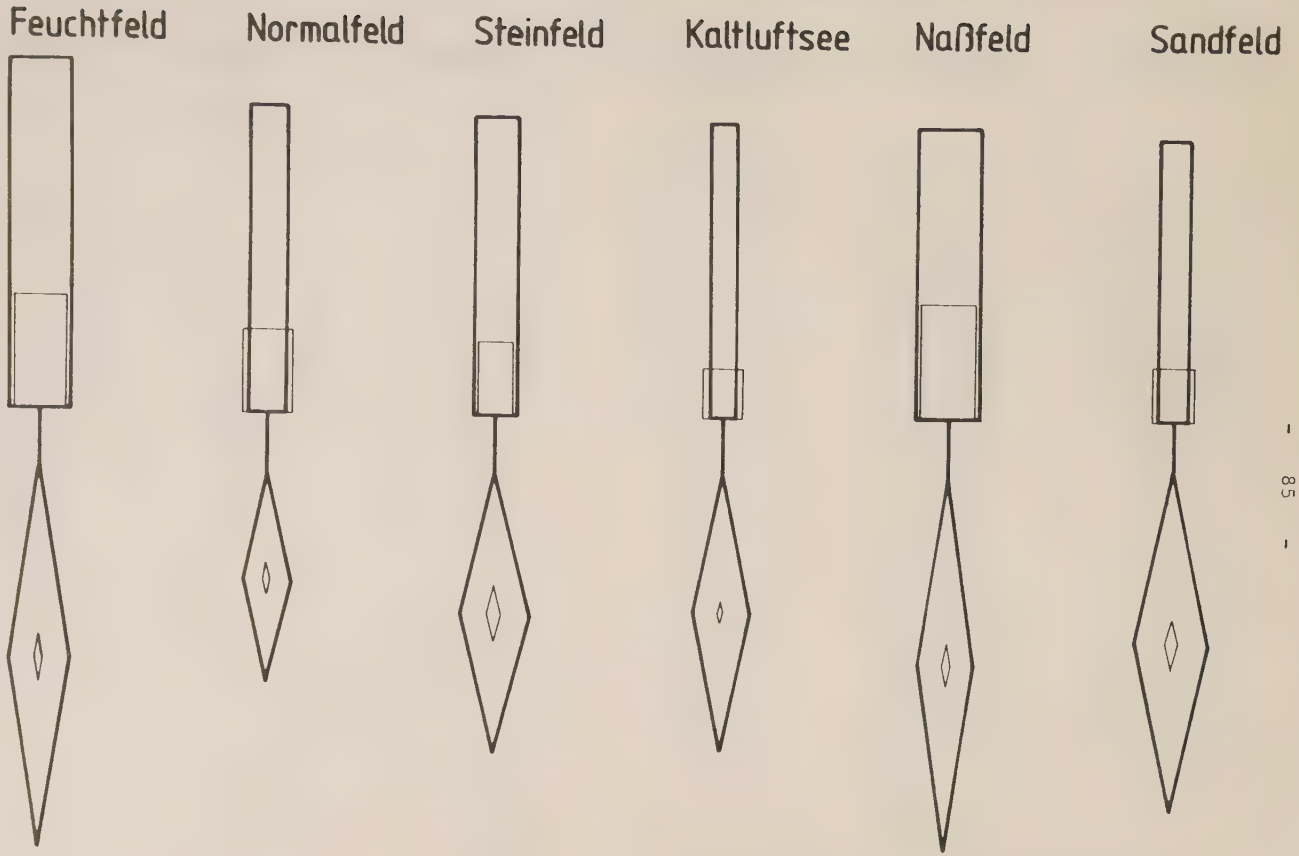


Abb. 33: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L29 (Erläuterung in Abb. 18)

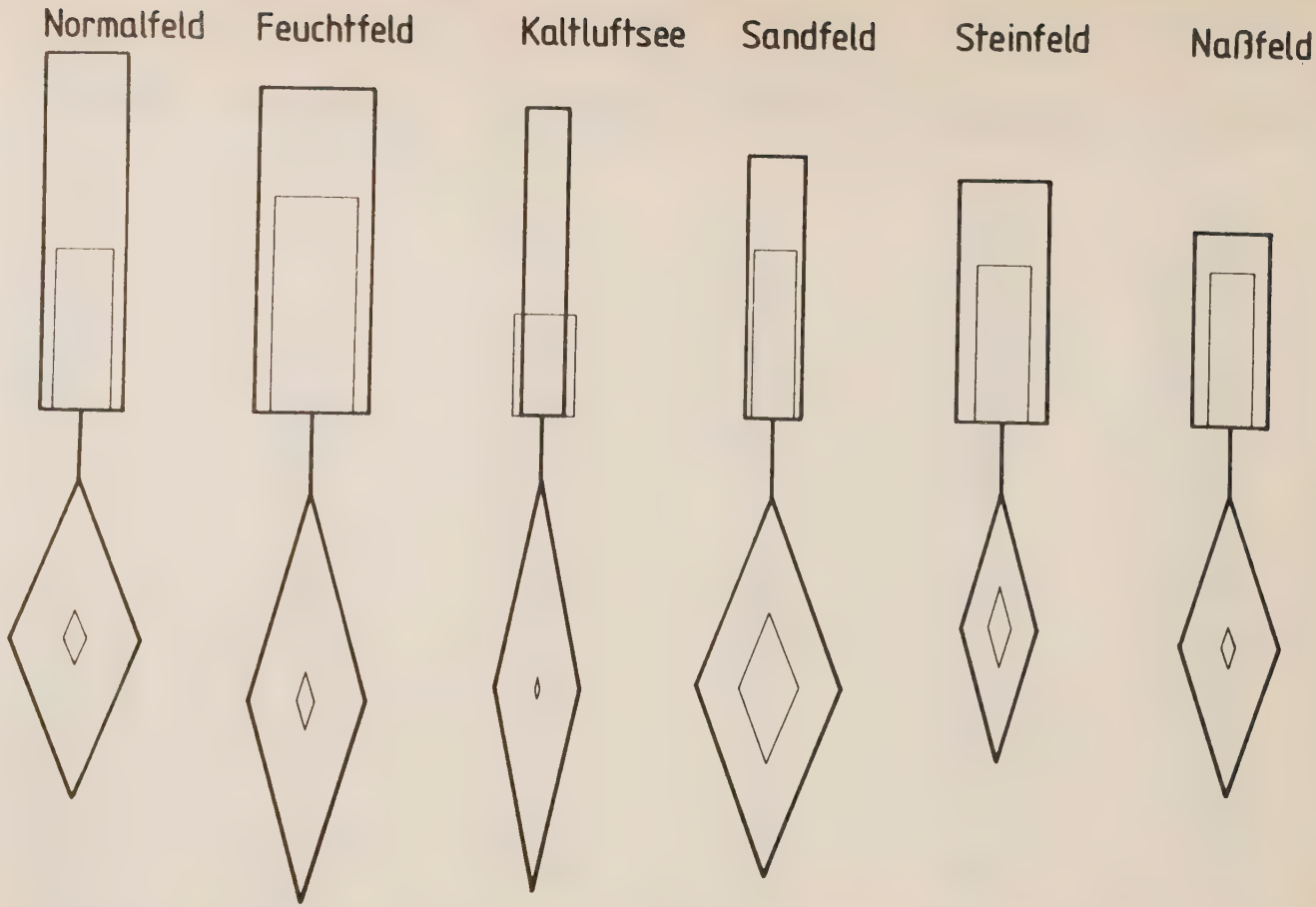


Abb. 34: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 30 (Erläuterung in Abb. 18)

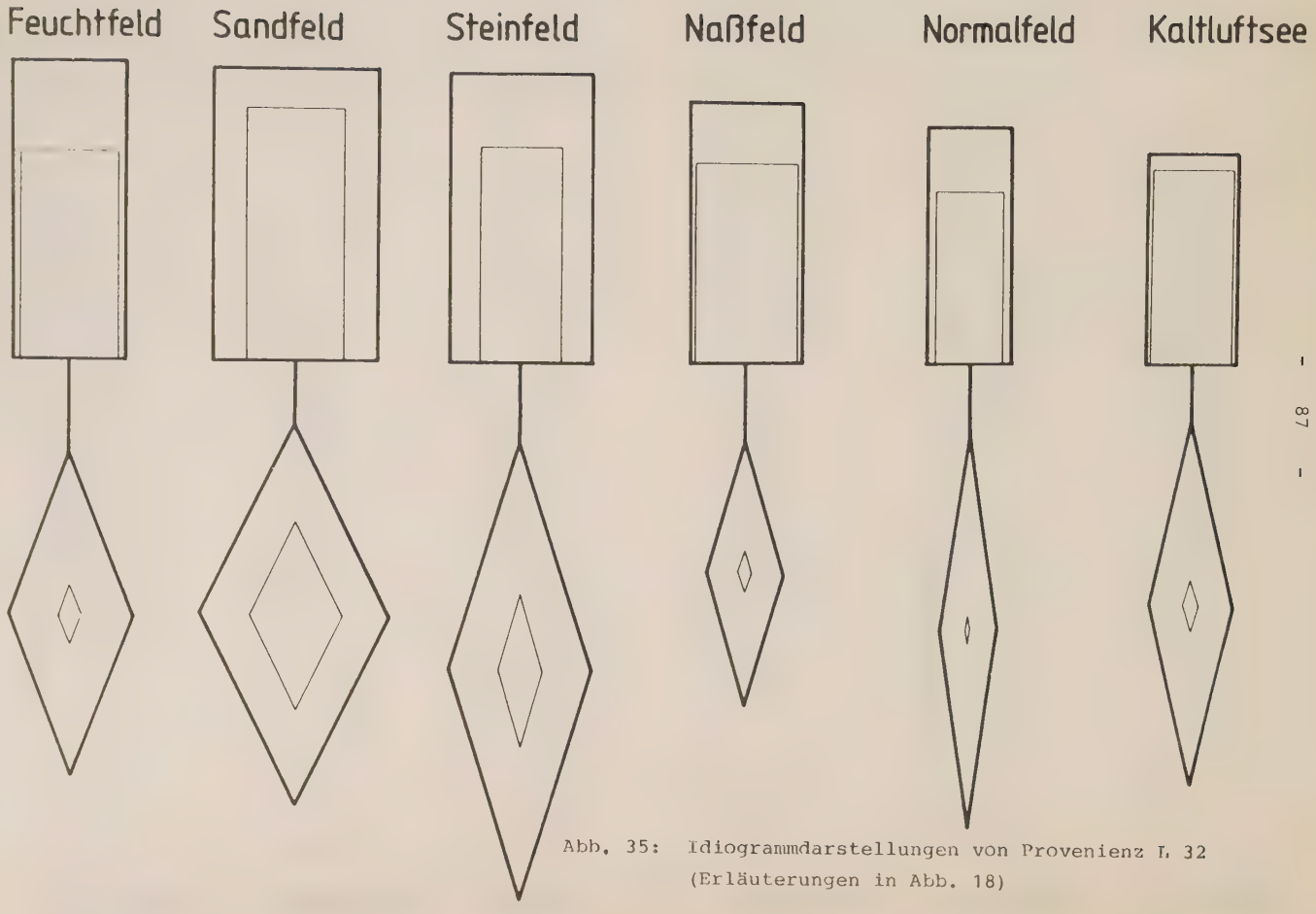


Abb. 35: Idiogrammdarstellungen von Provenienz I. 32
(Erläuterungen in Abb. 18)

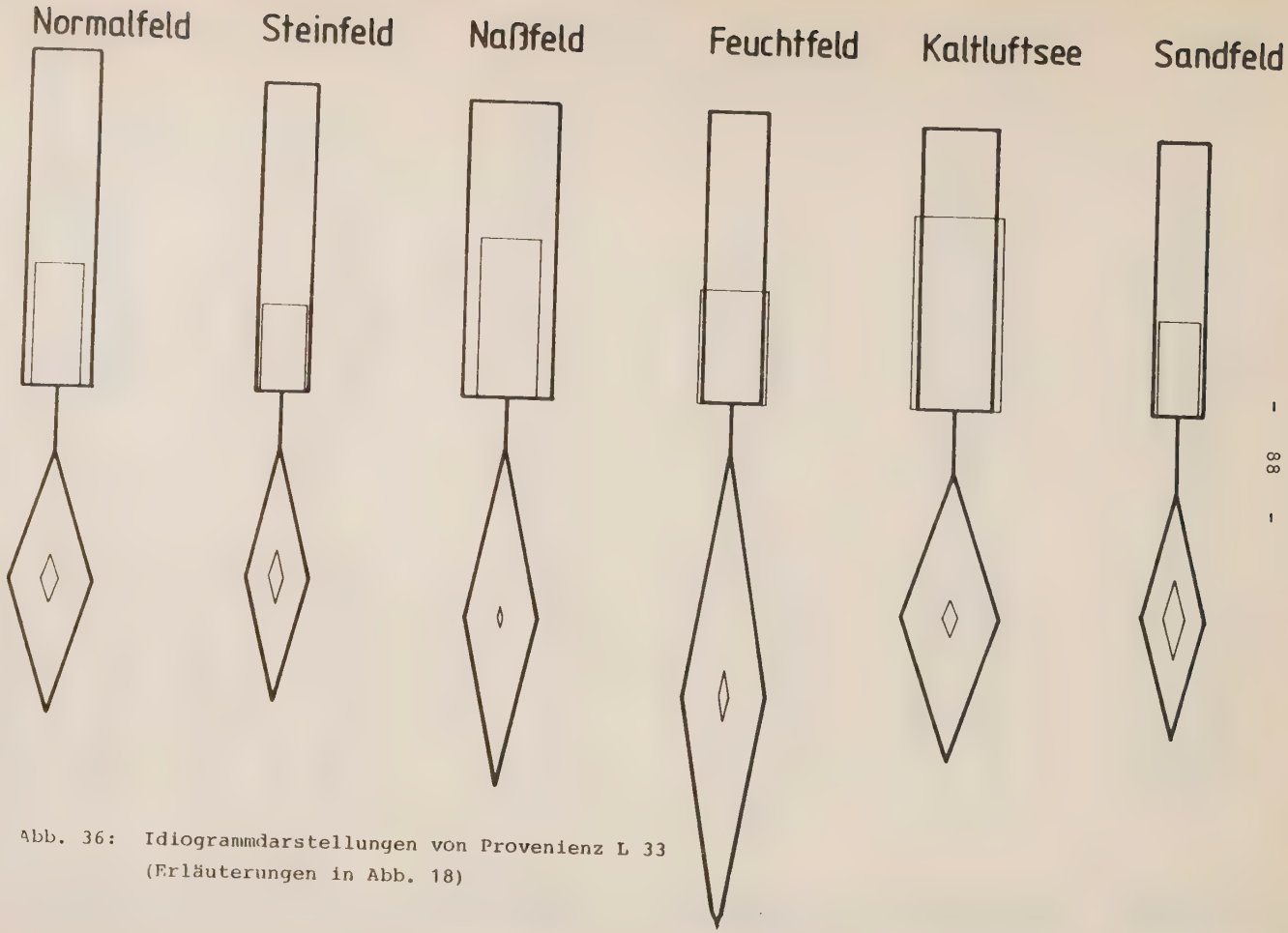


Abb. 36: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 33
(Erläuterungen in Abb. 18)

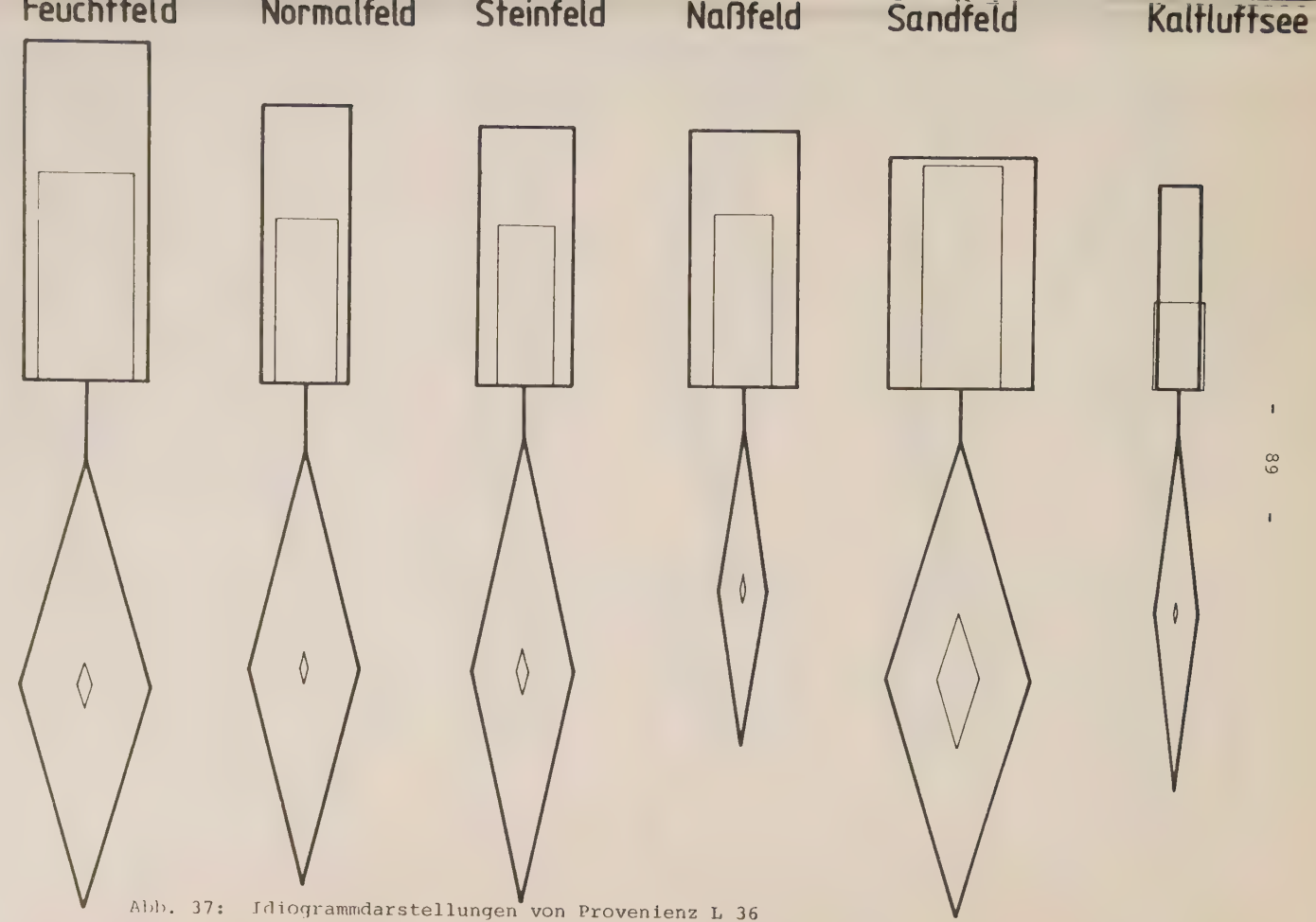


Abb. 37: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 36
(Erläuterungen in Abb. 18)

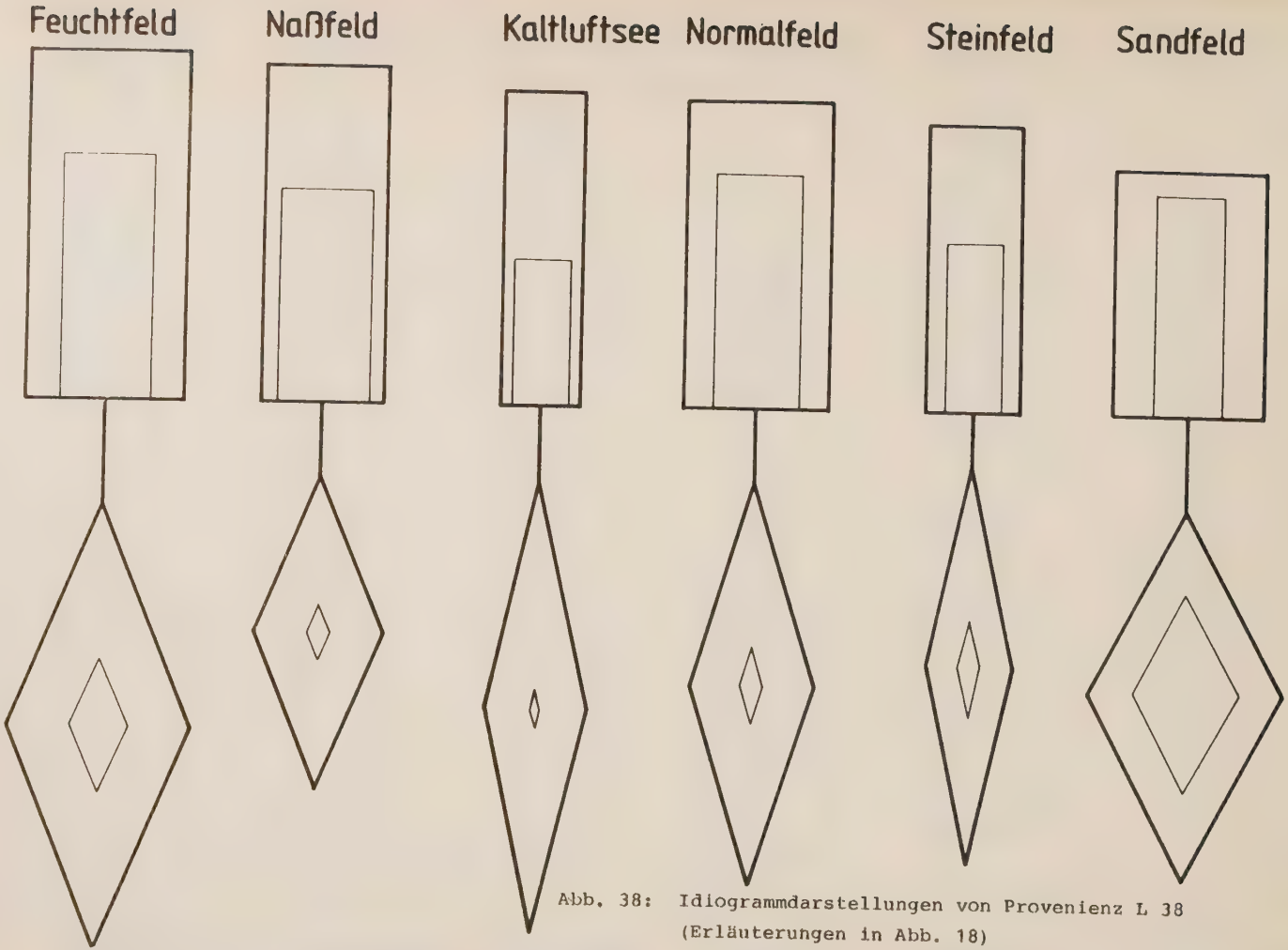


Abb. 38: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 38
(Erläuterungen in Abb. 18)

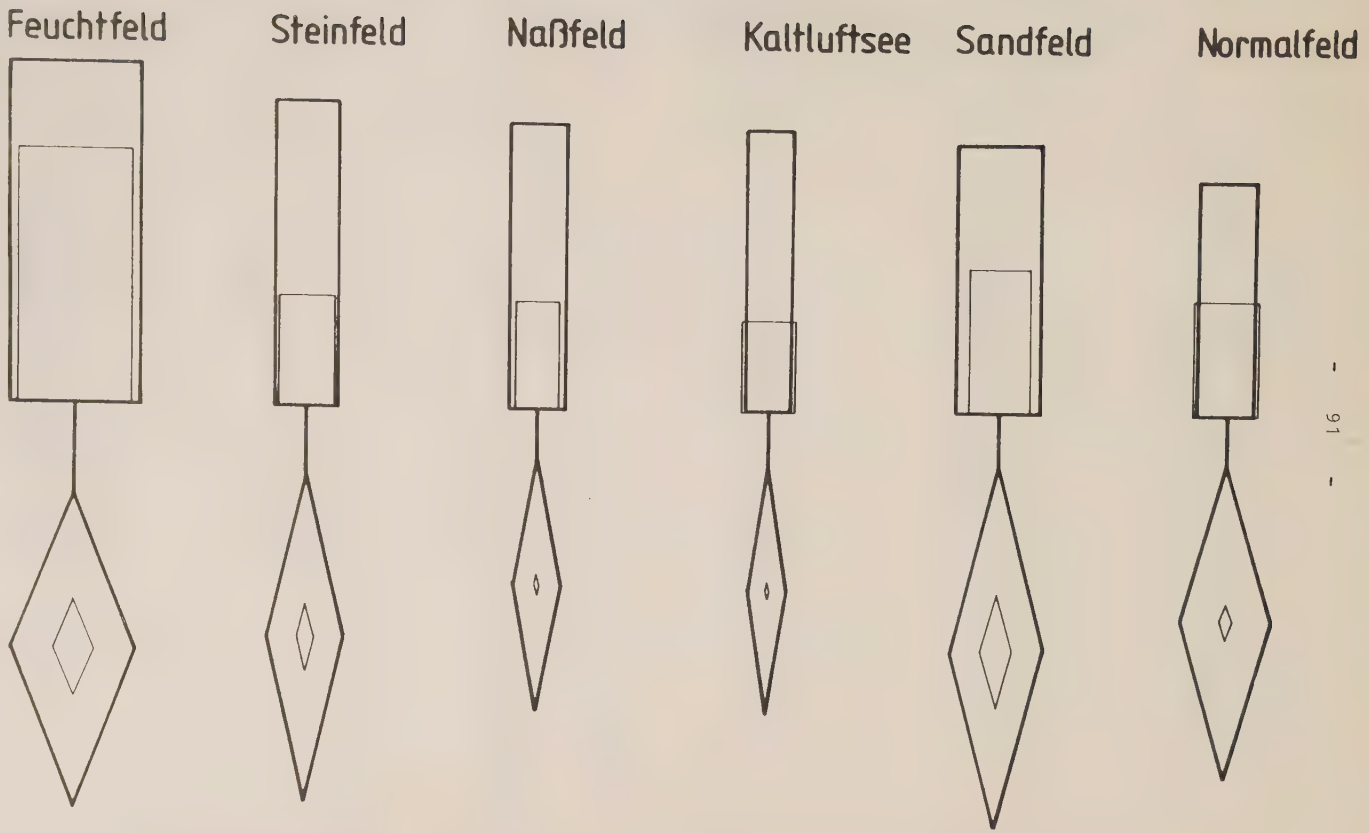


Abb. 39: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 41 (Erläuterungen in Abb. 18)

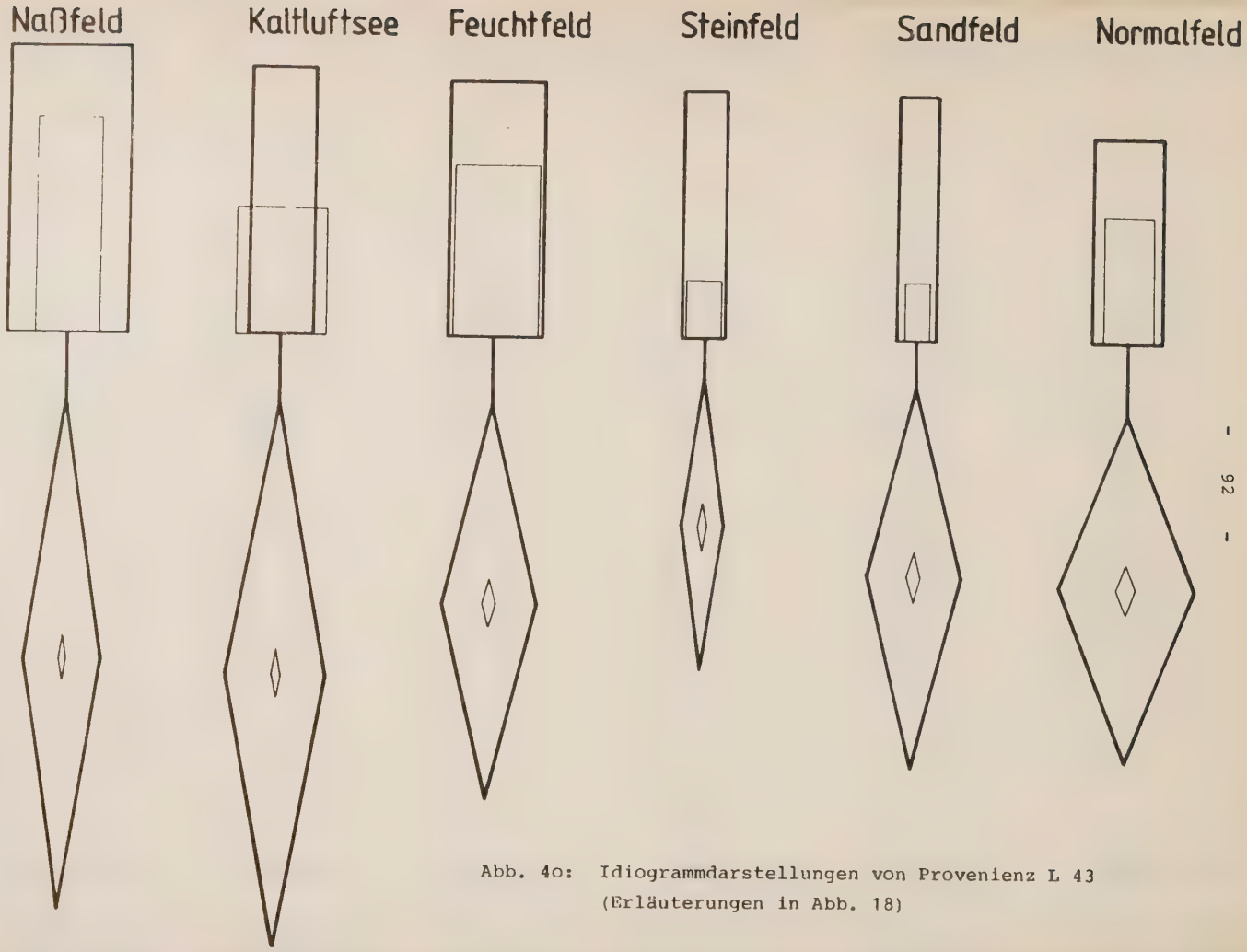


Abb. 40: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 43
(Erläuterungen in Abb. 18)

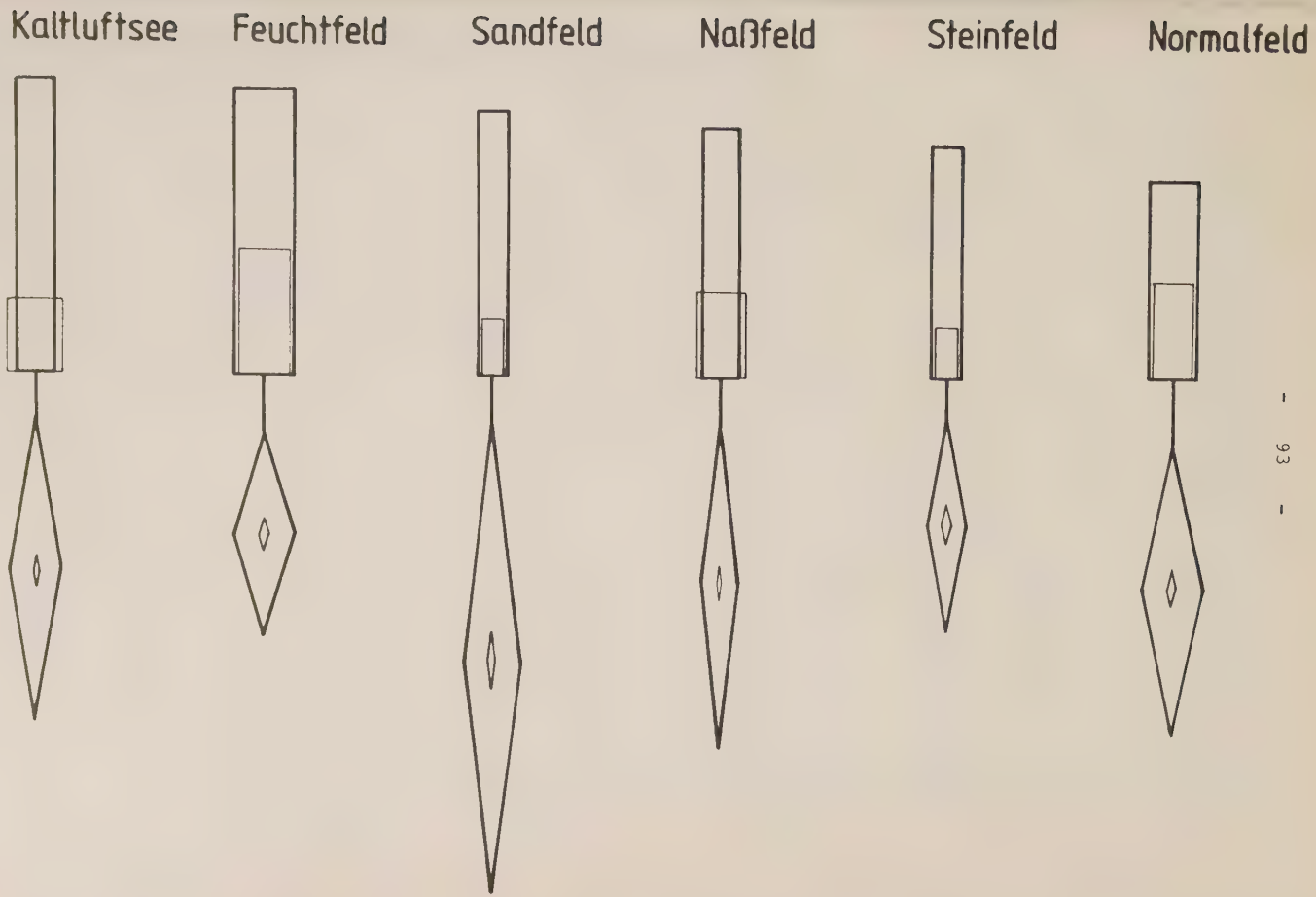


Abb. 41: Idiogrammdarstellungen von Provenienz L 46 (Erläuterungen in Abb. 18)

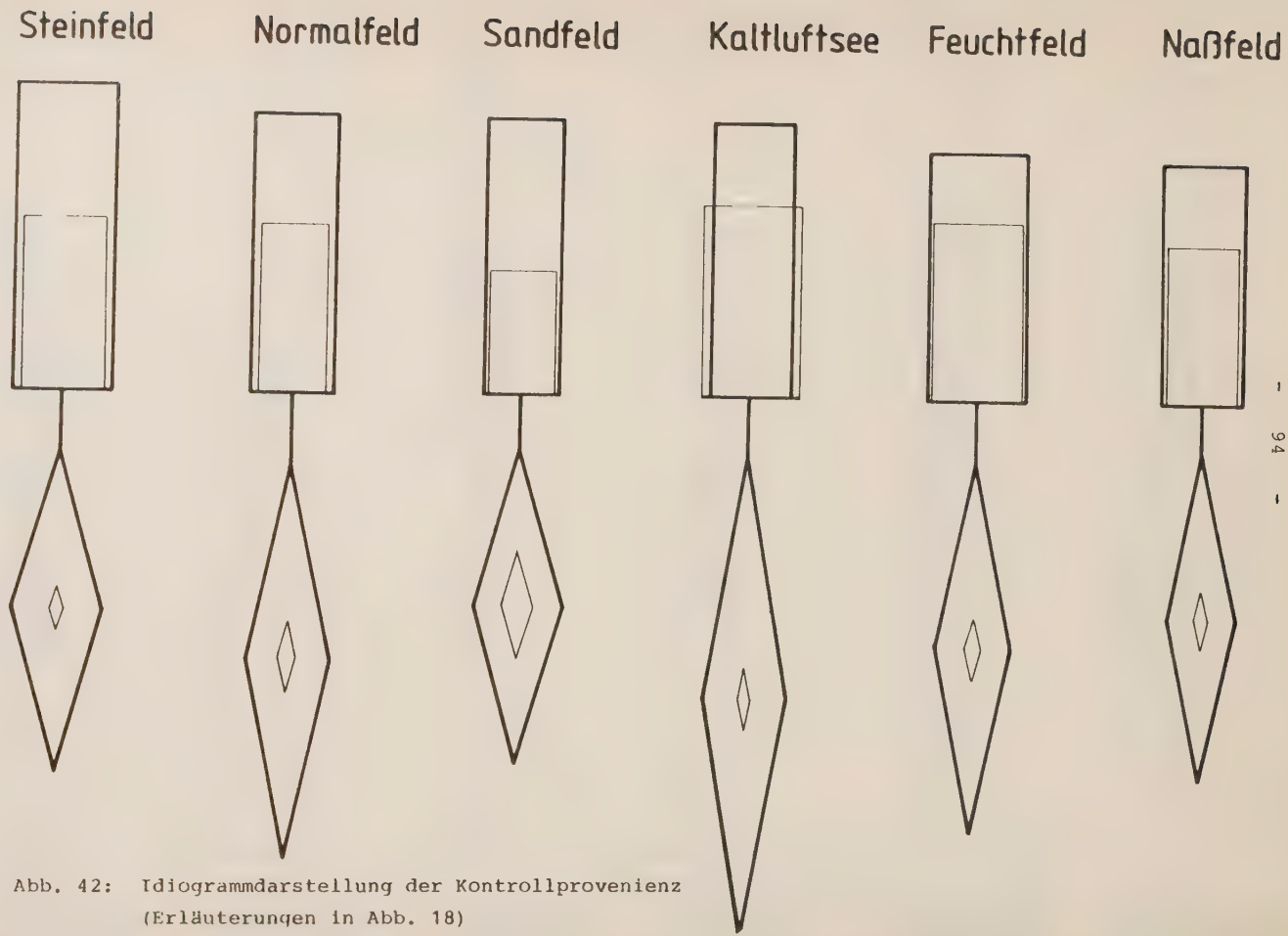


Abb. 42: Idiogrammdarstellung der Kontrollprovenienz
(Erläuterungen in Abb. 18)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	58	55	58	66	58	54	58,2	16
L 12	61	76	69	60	76	75	69,5	11
L 18	79	70	83	81	54	58	70,6	8
L 19	75	55	63	79	78	61	68,5	14
L 20	68	79	83	69	75	70	74,0	4
L 21	86	68	73	69	78	63	72,8	5
L 29	75	90	79	72	77	76	78,2	3
L 30	49	83	91	67	62	79	71,8	7
L 32	68	77	62	76	75	55	68,8	12
L 33	78	77	88	72	81	74	78,3	2
L 36	68	90	74	56	69	55	68,7	13
L 38	92	95	84	66	78	88	83,8	1
L 41	72	86	59	68	77	71	72,2	6
L 43	80	71	57	68	69	75	70,0	9
L 46	64	73	51	68	60	75	65,2	15
Kontr.	62	64	72	71	78	71	69,7	10

Tab. 12: Sproßhöhe (cm)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	2,1	2,0	2,5	2,7	1,9	1,9	2,2	6
L 12	0,8	0,5	1,2	1,3	0,8	0,8	0,9	16
L 18	1,3	1,5	1,4	0,9	0,6	0,7	1,1	11
L 19	1,7	1,0	0,9	1,1	1,1	0,7	1,1	11
L 20	1,8	1,3	0,7	0,8	1,2	0,8	1,1	11
L 21	0,9	1,5	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	15
L 29	1,7	1,7	0,9	0,8	1,2	0,7	1,2	10
L 30	2,1	3,1	2,2	3,0	2,4	1,1	2,3	4
L 32	3,1	3,1	2,3	4,4	3,8	2,5	3,2	2
L 33	2,3	1,7	1,8	1,3	1,3	2,1	1,8	9
L 36	2,9	3,4	2,4	3,9	2,6	1,2	2,7	3
L 38	3,3	4,5	3,9	4,3	2,6	2,2	3,5	1
L 41	1,6	2,8	1,7	2,2	1,8	1,6	2,0	7
L 43	3,4	2,7	2,0	1,1	1,2	1,8	2,0	7
L 46	1,1	1,6	1,3	0,8	0,8	0,9	1,1	11
Konstr.	2,1	2,5	2,2	1,9	2,6	2,2	2,3	4

Tab. 13: Blattgewicht (g)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	380	342	388	544	332	405	399	6
L 12	138	100	197	216	148	167	161	16
L 18	217	286	262	176	116	142	200	15
L 19	347	205	164	187	208	135	208	12
L 2o	346	246	151	168	180	161	209	11
L 21	151	282	171	163	236	244	208	12
L 29	3o9	295	156	144	193	131	205	14
L 3o	393	550	408	432	397	262	407	5
L 32	522	536	449	665	558	514	541	2
L 33	423	3o3	323	251	235	512	341	9
L 36	456	546	442	653	430	240	461	3
L 38	586	673	643	602	455	401	560	1
L 41	343	485	327	364	281	276	346	7
L 43	594	475	351	153	154	348	346	7
L 46	222	320	250	146	132	193	211	10
Kontr.	410	467	427	316	438	493	425	4

Tab. 14: Blattoberfläche (cm^2)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	79	77	75	67	67	89	76	8
L 12	39	47	66	62	46	50	52	16
L 18	51	68	63	49	48	68	58	14
L 19	74	66	58	58	67	45	61	13
L 2o	108	70	58	47	52	71	68	10
L 21	45	68	63	54	60	86	63	12
L 29	79	78	68	54	51	51	64	11
L 3o	61	110	75	55	68	81	75	9
L 32	142	126	86	128	110	111	117	1
L 33	81	88	64	63	68	120	81	7
L 36	80	134	84	105	79	68	92	4
L 38	128	124	122	96	79	83	105	3
L 41	60	147	78	80	80	65	85	6
L 43	90	133	73	41	56	127	87	5
L 46	53	75	55	34	39	65	54	15
Kontr.	84	134	92	92	106	129	106	2

Tab. 15: Blattzahl

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	8,5	8,0	9,0	7,3	7,6	8,5	8,2	5
L 12	6,0	7,5	8,0	6,8	6,8	5,0	6,7	15
L 18	7,5	7,5	7,0	8,0	6,5	6,0	7,1	13
L 19	9,5	7,0	6,0	5,2	8,0	6,5	7,0	14
L 2o	1o,5	7,0	7,0	8,9	7,0	5,5	7,7	7
L 21	8,5	8,2	8,0	6,1	6,5	6,0	7,2	12
L 29	7,5	7,2	7,8	6,7	7,6	7,0	7,3	11
L 3o	9,2	10,5	9,0	10,0	9,1	8,5	9,4	2
L 32	10,0	12,0	8,5	8,0	10,1	7,5	9,4	2
L 33	6,5	6,0	8,0	10,2	7,2	8,2	7,7	7
L 36	6,3	10,5	9,0	10,0	7,0	6,0	8,1	6
L 38	10,2	14,0	10,0	12,2	7,5	10,5	10,7	1
L 41	6,2	11,0	6,0	7,3	8,0	6,5	7,5	9
L 43	9,0	9,5	10,2	6,8	6,0	9,5	8,5	4
L 46	5,0	7,5	8,1	5,5	5,1	5,5	6,1	16
Kontr.	6,5	7,5	9,0	7,0	7,2	8,0	7,5	9

Tab. 16: Wurzelhalsdurchmesser (mm)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	9,4	16,0	13,0	17,0	11,3	10,5	12,9	5
L 12	5,7	3,8	8,3	7,2	5,0	5,0	5,8	16
L 18	8,3	8,7	8,3	9,3	3,9	4,4	7,2	14
L 19	14,0	4,9	6,6	4,8	6,4	7,6	7,4	13
L 2o	13,8	5,4	5,3	8,2	9,3	5,0	7,8	12
L 21	13,2	7,0	8,7	5,1	8,0	7,5	8,3	10
L 29	7,4	8,0	5,9	9,7	8,6	7,6	7,9	11
L 3o	12,6	15,5	16,8	18,6	10,5	10,9	14,2	3
L 32	9,6	17,0	7,4	24,7	19,0	10,8	14,8	2
L 33	9,6	10,4	10,8	8,6	8,2	13,2	10,1	8
L 36	6,3	17,7	15,0	20,8	13,7	5,0	13,1	4
L 38	18,3	25,0	16,5	27,2	11,7	14,6	18,9	1
L 41	6,1	16,0	12,0	12,4	10,0	4,3	10,1	8
L 43	10,9	12,9	18,8	13,6	6,2	14,2	12,8	6
L 46	5,3	7,7	8,2	7,0	5,0	7,1	6,7	15
Kontr.	9,0	9,4	11,0	12,5	12,4	12,2	10,9	7

Tab. 17: Wurzelgesamtgewicht (g)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	20	25	24	29	26	27	25,2	4
L 12	20	12	16	12	16	29	17,5	16
L 18	16	36	16	19	21	23	21,8	9
L 19	18	18	23	18	18	23	19,7	13
L 2o	24	15	14	21	19	28	20,2	11
L 21	29	17	22	15	31	18	22,0	7
L 29	24	25	14	22	18	18	20,2	11
L 3o	19	26	20	24	17	26	22,0	7
L 32	17	21	26	30	30	24	24,7	5
L 33	22	32	17	16	17	19	20,5	10
L 36	21	30	29	42	31	24	29,5	1
L 38	21	30	27	25	27	30	26,7	3
L 41	16	20	20	23	21	16	19,3	15
L 43	36	27	24	26	20	42	29,2	2
L 46	21	13	19	31	14	20	19,7	13
Kontr.	21	24	25	20	22	31	23,8	6

Tab. 18: Wurzellänge (cm)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	1,1	1,7	1,0	4,1	1,8	1,5	1,86	3
L 12	0,7	0,1	1,3	1,7	0,5	0,4	0,78	13
L 18	0,3	1,4	1,1	0,9	0,5	0,1	0,71	16
L 19	0,7	0,4	0,4	1,0	1,1	0,8	0,73	15
L 2o	0,5	0,8	0,8	0,5	1,7	0,2	0,75	14
L 21	0,8	1,1	0,6	0,5	1,3	0,7	0,83	12
L 29	1,2	1,5	0,9	1,7	1,6	0,6	1,25	9
L 3o	1,0	1,6	1,5	4,1	2,3	0,6	1,85	4
L 32	1,2	1,5	1,1	5,0	4,1	1,5	2,40	2
L 33	0,4	1,3	1,5	2,0	1,9	1,0	1,35	8
L 36	0,7	1,2	0,8	3,7	3,1	0,4	1,65	6
L 38	1,5	3,7	1,1	5,5	2,8	0,4	2,50	1
L 41	0,6	2,7	1,0	3,0	1,9	0,3	1,41	7
L 43	1,3	1,3	0,7	1,5	1,2	1,0	1.16	10
L 46	0,6	0,6	1,0	1,3	1,2	0,4	0,85	11
Kontr.	1,3	1,6	1,8	2,8	1,2	1,5	1,70	5

Tab. 19: Feinwurzelgewicht (g)

Im Tabellenausgang finden wir die dazugehörigen Werte von den 6 Prüffeldern (den Kaltluftsee mit der Bezeichnung KLS eingeschlossen). Am Ende der Tabellen wurden die gefundenen Mittelwerte ausgewiesen und entsprechend ihrer Aussage eine Rangfolge von 1 - 16 in der letzten Spalte aufgestellt.

Bei den Idiogrammen konnte die Rangfolge entsprechend den Größenordnungen der gefundenen Mittelwerte angeordnet werden, d.h. so, daß der geringste Mittelwert mit dem Rang 16 und der höchste Mittelwert mit dem Rang 1 belegt worden ist.

Sowohl die Mittelwertbildung als auch die Rangfolgenbildung erlauben uns, die in den Abbildungen 27 bis 42 dargestellten Idiogramme in Gruppen einzuteilen. So schieden wir deutlich 3 voneinander zu unterscheidende Gruppen aus, die folgendermaßen charakterisiert werden können.

Die erste Gruppe A mit geringster Blattoberfläche hatte ein mittleres Blattgewicht von unter 2 g, eine mittlere Blattoberfläche von unter 25o cm^2, eine mittlere Wurzellänge von unter 22 cm, ein mittleres Wurzelgewicht von unter 1o g und einen mittleren Wurzelhalsdurchmesser von einem Ausmaß von 5 - 7,5 mm. Zu dieser Gruppe zählen die Provenienzen L 12, L 18, L 19, L 2o, L 21, L 29 und L 46.

Die mittlere Gruppe B mit mittlerer Blattoberfläche wies ein Blattgewicht zwischen 2,o und 2,5 g, eine Blattoberfläche zwischen 25o und 4oo cm^2, eine Wurzellänge von über 22 cm, ein Wurzelgewicht von 1o bis 15 g und einen Wurzelhalsdurchmesser zwischen 7,5 und 1o mm aus. zu dieser Gruppe zählen die Provenienzen L 5, L 3o, L 33, L 41, L 43 und die Kontrollprovenienz.

Die Gruppe C mit der höchsten Blattoberfläche wies die Daten des Blattgewichts von über 2,5 g, die Blattoberfläche von über 4oo cm^2, die Wurzellänge von über 25 cm, das Wurzelgewicht von über 13 g und einen Wurzelhalsdurchmesser von über 8,5 mm aus. Zu dieser Gruppe zählen die Provenienzen L 32, L 36 und L 38.

Zur Verdeutlichung haben wir von jeder Provenienz das mittlere Idiogramm dargestellt. Abb. 43 zeigt die mittleren Idiogramme der Provenienzen, die zur Gruppe A gehören. Abb. 44 zeigt die mittleren Idiogramme der Provenienzen, die zur Gruppe B gehören und Abb. 45 zeigt diejenigen, die zur Gruppe C gehören.

Wir bemühten uns nun, auch die Unterschiede zwischen den Idiogrammen der Provenienzen auf allen Prüffeldern statistisch zu prüfen, indem wir den Mann-Whitney-U-Test anwandten, der als nicht parametrischer Test eine sehr brauchbare Alternative zum t-Test darstellt.
Folgende Signaturen wurden dabei verwendet: (vgl. Tab. 2o bis 27)

++ : Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen zwei Provenienzen (a und b) mit einer Wahrscheinlichkeit von über 99%, wobei die eine Provenienz (a) in ihren Ergebnissen quantitativ höhere Werte aufweist als die andere (b).

+ : Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen zwei Provenienzen mit einer Wahrscheinlichkeit von über 95%, wobei die eine Provenienz (a) in ihren Ergebnissen quantitativ höhere Werte aufweist als die andere (b).

o : Es besteht kein gesicherter Unterschied zwischen den beiden Provenienzen mit einer Wahrscheinlichkeit von unter 95%.

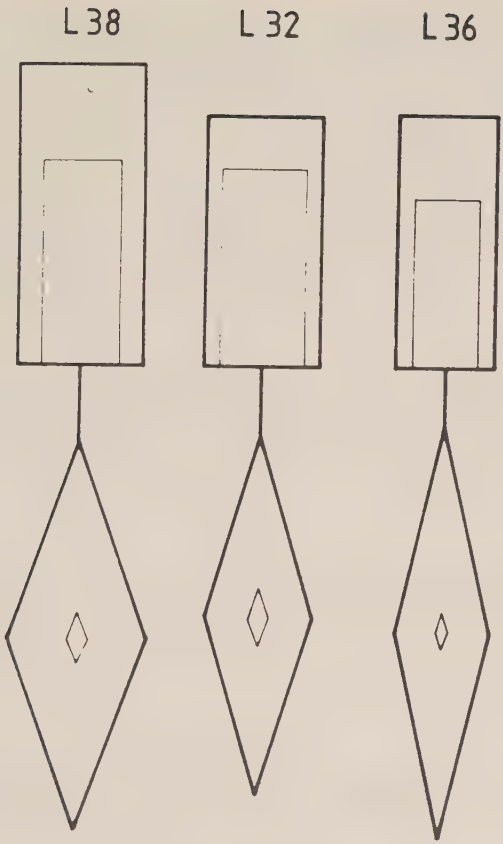


Abb. 43: Idiogramme der Provenienzen L 38, L 32 und L 36

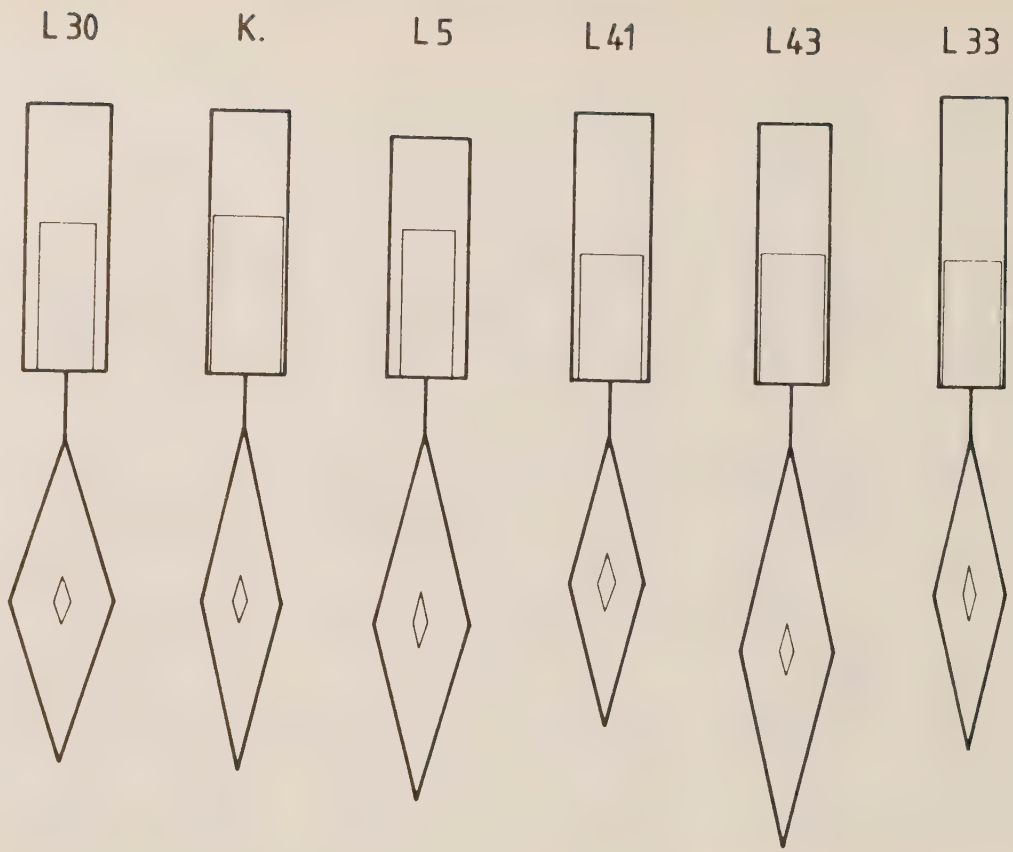


Abb. 44: Idiogramme der Provenienzen L 30, Kontrollprovenienz, L 5, L 41, L 43, L 33

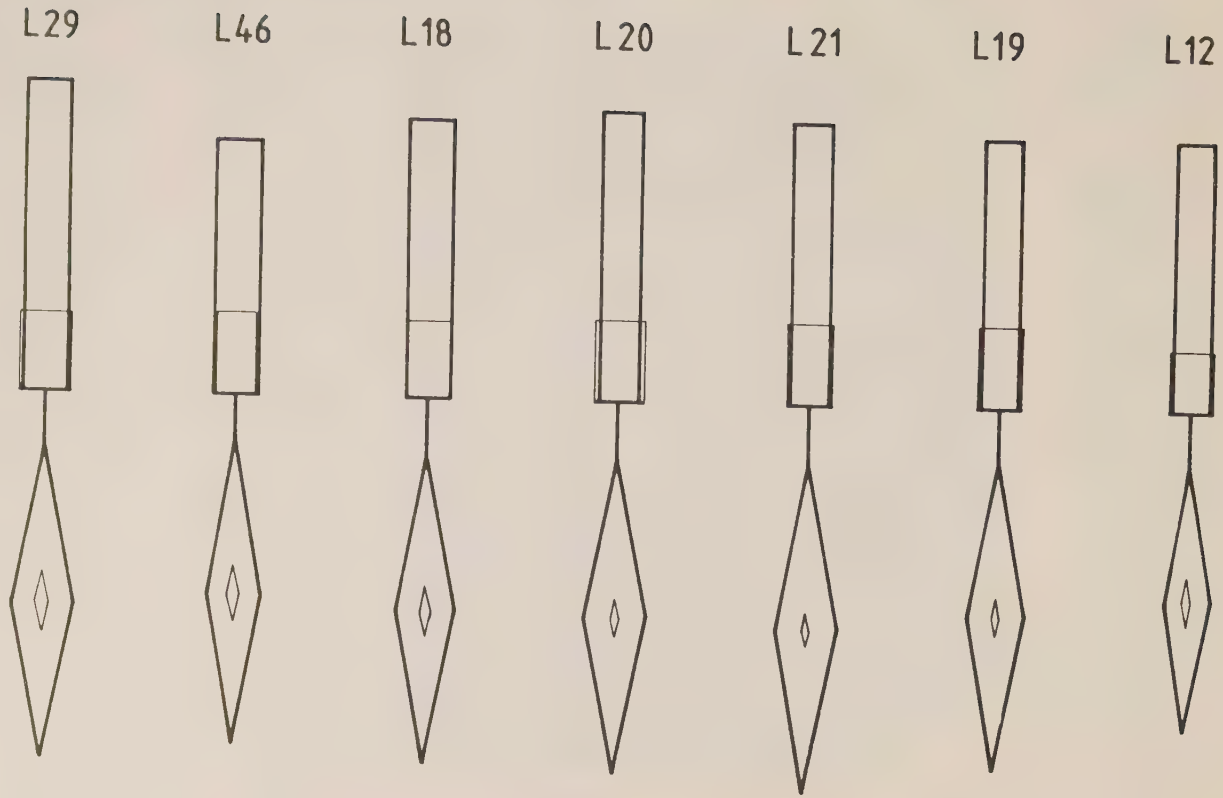


Abb. 45: Idiogramme der Provenienzen L 29, L 46, L 18, L 20, L 21, L 19, L 12

- : Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Provenienzen mit einer Wahrscheinlichkeit von über 95%, wobei die eine Vergleichsprovenienz (a) in ihren Ergebnissen quantitativ niedrigere Werte aufweist als die andere (b).

-- : Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen zwei Provenienzen mit einer Wahrscheinlichkeit von über 99%, wobei die eine Vergleichsprovenienz (a) in ihren Ergebnissen quantitativ niedrigere Werte aufweist als die andere (b).

Dieses methodische Verfahren erlaubt uns sofortige Hinweise, welche von zwei Provenienzen höhere oder niedrigere Werte aufweist. Hierbei ist zu vermerken, daß die Tabellen "waagerecht" abzulesen sind, d.h. daß die Provenienzen die senkrecht aufgetragen sind, mit denjenigen die auf der Horizontalen vermerkt sind, verglichen werden müssen und nicht umgekehrt.

Der Test kam uns insofern zustatten, als wir bei der Bewertung der Idiogrammkriterien (Sproßhöhe, Blattgewicht, Blattoberfläche, Blattanzahl, Wurzelhalsdurchmesser, Wurzelgewicht, Wurzellänge und Feinwurzelanteil am Gesamtwurzelgewicht) eine Rangfolge für jedes dieser einzelnen Kriterien gemäß den Tabellen 2o bis 27 aufstellen konnten. Wir brauchten lediglich die Quersummen der Signaturen unter Differenzbildung der Plus- gegenüber den Minuszeichen aufzustellen und die so ermittelte Quersumme in der Schlußzeile der jeweiligen Tabelle auszuwerfen.

Wenn wir nach dieser Weise die Tabelle der Sproßhöhe (Tab. 2o) auswerten, so finden wir, daß die Provenienz L 38 mit dem Wert +6 die höchsten Sproßhöhen gebildet hatte vergleichsweise zur

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		--	o	o	--	--	--	o	-	--	o	--	--	-	o	--	-1o
12	++		o	o	o	o	o	o	o	o	o	-	o	o	o	o	+ o
18	o	o		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
19	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o	-	o	o	o	o	- 1
2o	++	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+ 1
21	++	o	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+ 1
29	++	o	o	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o	++	+	+ 3
3o	o	o	o	o	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o	o	o
32	+	o	o	o	o	o	o	o		o	o	-	o	o	o	o	o
33	++	o	o	o	o	o	o	o	o		o	o	o	o	+	+	+ 3
36	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		o	o	o	o	o	o
38	++	+	o	+	o	o	o	o	+	o	o		o	o	+	+	+ 6
41	++	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		o	o	o	+ 1
43	+	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		o	o	+ 1
46	o	o	o	o	o	o	--	o	o	-	o	-	o	o		o	- 3
K	++	o	o	o	o	o	-	o	o	-	o	-	o	o	o		- 2

Tab. 2o: Statistische Überprüfung der Sproßhöhe

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		++	++	++	++	++	++	O	-	O	O	-	O	O	++	O	+ 5
12	--		O	O	O	O	O	--	--	--	--	--	--	-	O	--	- 9
18	--	O		O	O	O	O	-	--	-	-	--	--	--	O	--	- 9
19	--	O	O		O	O	O	--	--	--	--	--	--	-	O	--	- 9
20	--	O	O	O		O	O	-	--	-	--	--	-	O	O	--	- 8
21	--	O	O	O	O		O	--	--	--	--	--	--	--	O	--	- 9
29	--	O	O	O	O	O		-	--	-	--	--	-	-	O	--	- 9
30	O	++	+	++	+	++	+		O	O	O	-	O	O	++	O	+ 6
32	+	++	++	++	++	++	++	O		++	O	O	++	O	++	+	+11
33	O	++	+	++	+	++	+	O	--		-	--	O	O	+	-	+ 3
36	O	++	+	++	++	++	++	O	O	+		O	O	O	++	O	+ 8
38	+	++	++	++	++	++	++	+	O	++	O		++	+	++	+	+13
41	O	++	++	++	+	++	+	O	--	O	O	--		O	++	O	+ 5
43	O	+	++	+	O	++	+	O	O	O	O	-	O		+	O	+ 5
46	--	O	O	O	O	O	O	--	--	-	--	--	--	-		--	- 9
K	O	++	++	++	++	++	++	O	-	+	O	-	O	O	++		+ 6

Tab. 21: Statistische Überprüfung des Blattgewichts

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		++	++	++	++	++	++	O	-	O	O	-	O	O	++	O	+ 5
12	--		O	O	O	O	O	--	--	--	--	--	--	-	O	--	- 9
18	--	O		O	O	O	O	--	--	-	--	--	--	O	O	--	- 8
19	--	O	O		O	O	O	--	--	-	--	--	-	O	O	--	- 8
20	--	O	O	O		O	O	--	--	-	--	--	-	O	O	--	- 8
21	--	O	O	O	O		O	--	--	-	--	--	--	O	O	--	- 8
29	--	O	O	O	O	O		--	--	-	--	--	-	O	O	--	- 8
30	O	++	++	++	++	++	++		-	O	O	-	O	O	++	O	+ 5
32	+	++	++	++	++	++	++	+		++	O	O	++	+	++	++	+13
33	O	++	+	+	+	+	+	O	--		O	--	O	O	+	O	+ 5
36	O	++	++	++	++	++	++	O	O	O		O	O	O	++	O	+ 7
38	+	++	++	++	++	++	++	+	O	++	O		++	+	++	+	+13
41	O	++	++	+	+	++	+	O	--	O	O	--		O	++	O	+ 5
43	O	+	O	O	O	O	O	O	-	O	O	-	O		O	O	- 1
46	--	O	O	O	O	O	O	--	--	-	--	--	--	O		--	- 8
K	O	++	++	++	++	++	++	O	--	O	O	-	O	O	++		+ 5

Tab. 22: Statistische Überprüfung der Blattoberfläche

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		++	+	+	O	O	O	O	--	O	O	--	O	O	++	--	+ 1
12	--		O	O	O	O	O	-	--	-	--	--	O	O	O	--	- 7
18	-	O		O	O	O	O	O	--	-	--	--	-	O	O	--	- 7
19	-	O	O		O	O	O	O	--	O	--	--	O	O	O	--	- 5
20	O	O	O	O		O	O	O	--	O	O	-	O	O	O	-	- 3
21	O	O	O	O	O		O	O	--	O	-	--	O	O	O	--	- 4
29	O	O	O	O	O	O		O	--	O	-	--	O	O	O	--	- 4
30	O	+	O	O	O	O	O		--	O	O	-	O	O	+	-	- 1
32	++	++	++	++	++	++	++	++		+	+	O	O	O	++	O	+11
33	O	+	+	O	O	O	O	O	-		O	-	O	O	O	-	- 1
36	O	++	++	++	O	+	+	O	-	O		O	O	O	++	O	+ 5
38	++	++	++	++	+	++	++	+	O	+	O		O	O	++	O	+10
41	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	+	-	+ 1
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O
46	--	O	O	O	O	O	O	-	--	O	--	--	-	O		--	- 7
K	++	++	++	++	+	++	++	+	O	+	O	O	+	O	++		+11

Tab. 23: Statistische Überprüfung der Blattanzahl

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		+	+	O	O	O	+	--	O	O	O	-	O	O	+	O	+ 2
12	-		O	O	O	O	O	--	--	O	O	--	O	O	O	O	- 4
18	-	O		O	O	O	O	--	--	O	O	--	O	O	O	O	- 4
19	O	O	O		O	O	O	-	-	O	O	-	O	O	O	O	- 3
20	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	-	O	O	O	O	- 1
21	O	O	O	O	O		O	--	O	O	O	-	O	O	O	O	- 2
29	-	O	O	O	O	O		--	--	O	O	--	O	O	O	O	- 4
30	++	++	++	+	O	++	++		O	+	O	O	O	O	++	++	+ 9
32	O	++	++	+	O	O	++	O		O	O	O	O	O	++	+	+ 6
33	O	O	O	O	O	O	O	-	O		O	-	O	O	O	O	- 2
36	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O
38	+	++	++	+	+	+	++	O	O	+	O		+	+	++	++	+12
41	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-		O	O	O	- 1
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-	O		+	O	O
46	-	O	O	O	O	O	O	--	--	O	O	--	O	-		O	- 5
K	O	O	O	O	O	O	O	--	-	O	O	--	O	O	O		- 3

Tab. 24: Statistische Überprüfung des Wurzelhalsdurchmessers

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		++	++	+	+	+	++	O	O	O	O	O	O	O	++	O	+ 7
12	--		O	O	O	-	--	--	--	--	-	--	O	--	O	--	-10
18	--	O		O	O	O	O	--	-	-	O	--	O	-	O	--	- 7
19	-	O	O		O	O	O	-	-	O	O	--	O	O	O	-	- 5
20	-	O	O	O		O	O	-	-	O	O	--	O	-	O	O	- 5
21	-	+	O	O	O		O	-	-	O	O	--	O	O	O	-	- 4
29	--	++	O	O	O	O		--	-	-	O	--	O	-	O	--	- 6
30	O	++	++	+	+	+	++		O	+	O	O	O	O	++	O	+ 8
32	O	++	+	+	+	+	+	O		O	O	O	O	O	++	O	+ 7
33	O	++	+	O	O	O	+	-	O		O	--	O	O	++	O	+ 2
36	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	+ 1
38	O	++	++	++	++	++	++	O	O	++	O		+	O	++	++	+10
41	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-		O	O	O	- 1
43	O	++	+	O	+	O	+	O	O	O	O	O	O		+	O	+ 5
46	--	O	O	O	O	O	O	--	--	--	O	--	O	-		--	- 7
K	O	++	++	+	O	+	++	O	O	O	O	--	O	O	++		+ 5

Tab. 25: Statistische Überprüfung des Wurzelgewichtes

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		+	O	++	O	O	+	O	O	O	O	O	+	O	O	O	+ 4
12	-		O	O	O	O	O	O	-	O	-	-	O	-	O	-	- 6
18	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
19	--	O	O		O	O	O	O	O	O	-	--	O	-	O	-	- 5
20	O	O	O	O		O	O	O	O	O	-	-	O	-	O	O	- 3
21	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
29	-	O	O	O	O	O		O	O	O	-	-	O	-	O	O	- 4
30	O	O	O	O	O	O	O		O	O	-	-	O	O	O	O	- 2
32	O	+	O	O	O	O	O	O		O	O	O	+	O	O	O	+ 2
33	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	-	O	-	O	O	- 2
36	O	+	O	+	+	O	+	+	O	O		O	++	O	+	O	+ 7
38	O	+	O	++	+	O	+	+	O	+	O		++	O	+	O	+ 8
41	-	O	O	O	O	O	O	O	-	O	--	--		-	O	-	- 6
43	O	+	O	+	+	O	+	O	O	+	O	O	+		+	O	+ 7
46	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-	-	O	-		-	- 4
K	O	+	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	+	O	+		+ 4

Tab. 26: Statistische Überprüfung der Wurzellänge

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		+	+	++	+	+	O	O	O	O	O	O	O	O	+	O	+ 6
12	-		O	O	O	O	O	O	-	O	O	O	O	O	O	-	- 3
18	-	O		O	O	O	-	-	--	O	O	-	O	O	O	--	- 6
19	--	O	O		O	O	-	-	--	-	O	-	O	-	O	--	- 8
20	-	O	O	O		O	O	-	-	O	O	O	O	O	O	-	- 4
21	-	O	O	O	O		O	-	--	O	O	O	O	O	O	--	- 4
29	O	O	+	+	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	+ 2
30	O	O	+	+	+	+	O		O	O	O	O	O	O	+	O	+ 5
32	O	+	++	++	+	++	O	O		O	O	O	O	O	+	O	+ 6
33	O	O	O	+	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	+ 1
36	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O
38	O	O	+	+	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	+ 2
41	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O
43	O	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	-	O
46	-	O	O	O	O	O	O	-	-	O	O	O	O	O		--	- 4
K	O	+	++	++	+	++	O	O	O	O	O	O	O	+	++		+ 7

Tab. 27: Statistische Überprüfung des Wurzelgewichtes

Provenienz L 5 mit dem niedrigsten Wert - 1o.

Die die Blattgewichte prüfende statistische Tabelle 21 läßt erkennen, daß die Provenienz L 38 mit dem Wert + 13 die höchsten Blattgewichte gebildet hatte vergleichsweise zu den Provenienzen L 12, L 18, L 19, L 21, L 29 und L 46 mit dem niedrigsten Wert - 9.

Die die Blattoberfläche prüfende statistische Tabelle 22 läßt erkennen, daß die Provenienzen L 38 und L 32 mit dem Wert + 13 die höchsten Blattoberflächen gebildet hatten vergleichsweise zur Provenienz L 12 mit dem niedrigsten Wert - 9.

Die die Blattanzahl prüfende statistische Tabelle 23 läßt erkennen, daß die Provenienz L 32 mit dem Wert + 11 die höchsten Blattzahlen gebildet hatte vergleichsweise zu der Provenienz L 12, L 18 und L 46 mit dem niedrigsten Wert - 7.

Die den Wurzelhalsdurchmesser prüfende statistische Tabelle 24 läßt erkennen, daß die Provenienz L 38 mit dem Wert + 12 die stärksten Wurzelhalsdurchmesser gebildet hatte vergleichsweise zur Provenienz L 46 mit dem niedrigsten Wert - 5.

Die die Wurzelgewichte prüfende statistische Tabelle 25 läßt erkennen, daß die Provenienz L 38 mit dem Wert + 1o die größten Wurzelgewichte gebildet hatte vergleichsweise zur Provenienz L 12 mit dem niedrigsten Wert - 1o.

Die die Wurzellängen prüfende statistische Tabelle 26 läßt erkennen, daß die Provenienz L 38 mit dem Wert + 8 die größten Wurzellängen gebildet hatte vergleichsweise zur Provenienz L 12 mit dem niedrigsten Wert - 6.

Die die Wurzelgewichte prüfende statistische Tabelle 27 läßt erkennen, daß die Kontrollprovenienz mit dem Wert + 7 den größten Feinwurzelanteil gebildet hatte vergleichsweise zur Provenienz L 19 mit dem niedrigsten Wert - 8.

Die für jede Provenienz angegebenen numerischen Organunterschiede der Tabellen 12 bis 19 stimmen mit den graphischen Unterschieden weitgehend überein.

Die statistischen Absicherungstabellen 2o bis 27 haben wir noch einmal numerisch dahingehend ausgewertet, daß wir eine Klassifizierung vorgenommen haben, indem wir jeweils die Unterschiedsgruppen von 2o Plus- bzw. Minuspunkten zu einer Klasse gebildet hatten. Diese Klassifizierung ist in Tab. 28 zusammengestellt, aus der wir ersehen, daß die Provenienzen L 38 und L 32 mehr als 5o Pluspunkte und die Provenienzen L 3o, L 5, L 36 und Kontrolle 2o bis 5o Pluspunkte erreichten. Weiterhin ist aus ihr zu ersehen, daß die Provenienzen L 43, L 33 und L 41 in den Bereich von + 2o bis - 2o Punkten angeordnet werden konnten. Weiterhin ist zu ersehen, daß die Provenienzen L 29, L 21, L 2o, L 18, L 19, L 46 und L 12 in den Bereich von unter - 2o Punkten kamen.

Diese Gruppeneinteilung entspricht der weiter oben angegebenen Gruppeneinteilung, wonach wir die Provenienzen nach den Gruppen A, B und C eingeteilt haben.

I.	Über +5o Punkte:	L 38	(+74)	L 32	(+56)
II.	Von +2o bis +5o Punkte:	Kon.	(+33)	L 3o	(+3o)
		L 36	(+28)	L 5	(+2o)
III.	Von +2o bis -2o Punkte:	L 43	(+17)	L 33	(+ 9)
		L 41	(+ 4)		
IV.	Unter -2o Punkten:	L 29	(-3o)	L 21	(-3o)
		L 2o	(-31)	L 18	(-41)
		L 19	(-44)	L 46	(-47)
		L 12	(-48)		

Tab. 28: Klassifizierung der Provenienzen nach summierten Punktegruppen als zusammenfassende Auswertung der Tabellen 2o bis 27

6. Die Befunde der Morphogramme

Gemäß den Ausführungen des Kapitels II. 5. E. wurden zur Aufstellung der Morphogramme die gleichen Pflanzen verwandt wie zur Aufstellung der Idiogramme. Die graphischen Auswertungen dazu finden sich in den Abb. 46 bis 61. Im Unterschied zur Beurteilung der Idiogramme kann bei der Beurteilung der Morphogramme nicht vorausgesetzt werden, daß, wenn die Daten groß ausfallen, man annehmen kann, dies auch wertmorphologisch positiv zu beurteilen ist. Ebenso sind klein ausfallende Daten nicht unbedingt als negativ anzusehen.

Bei der Bewertung der einzelnen morphologischen Kriterien folgten wir ausschließlich SCHÄDELIN, der sich mit der Wertmorphologie der Buche eingehend befaßt hatte. SCHÄDELIN folgend hatte HENGST in seinem Buch über "Praktische Kultur und Jungwuchspflege" die wertmorphologischen Gesichtspunkte übernommen und die Unterschiede zwischen morphologisch gut und schlecht veranlagten Pflanzen abgebildet (s. Abb. 1). Man erkennt links eine Buche mit der Neigung zur eindeutigen Schaftbildung und einer eindeutigen Knospenbildung sowie einem eindeutigen Leittrieb. Rechts in der Abbildung erkennen wir eine vielastige, vielverzweigte, vielknospige und daher blattreiche Morphologie mit einer Knospenbildung, die zur Zwieselbildung neigt.

Wenn man den Ausführungen SCHÄDELINS folgt, so bewertet dieser die Buchenorgane im einzelnen wie folgt:

1. Zum Aufbau eines kräftigen Schaftes mit einer eindeutigen Leittriebbildung muß eine hinreichend große Anzahl von Ästen vorhanden sein, so daß eine sehr niedrige Anzahl von Ästen negativer anzusehen ist als eine hohe Anzahl von Ästen.

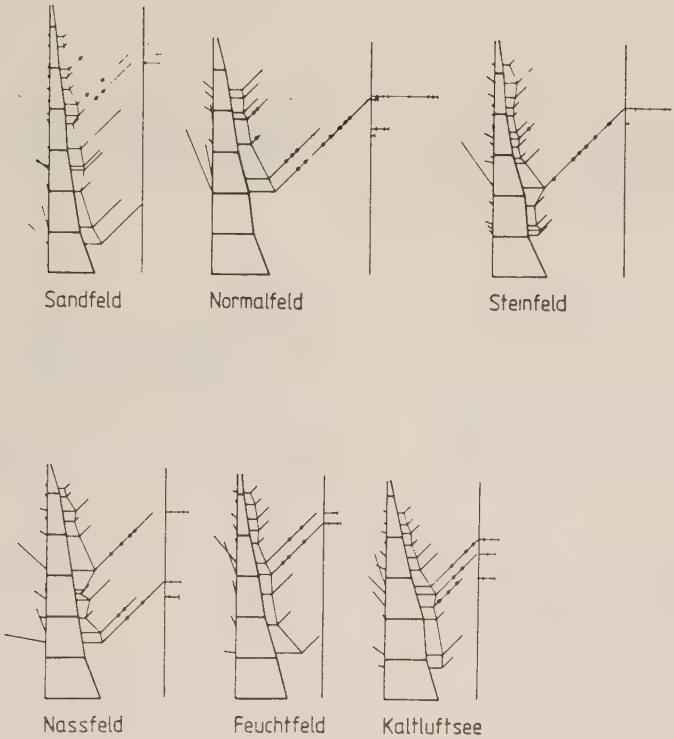


Abb. 46: Morphogramme der Provenienz L 5 von allen 6 Prüffeldern

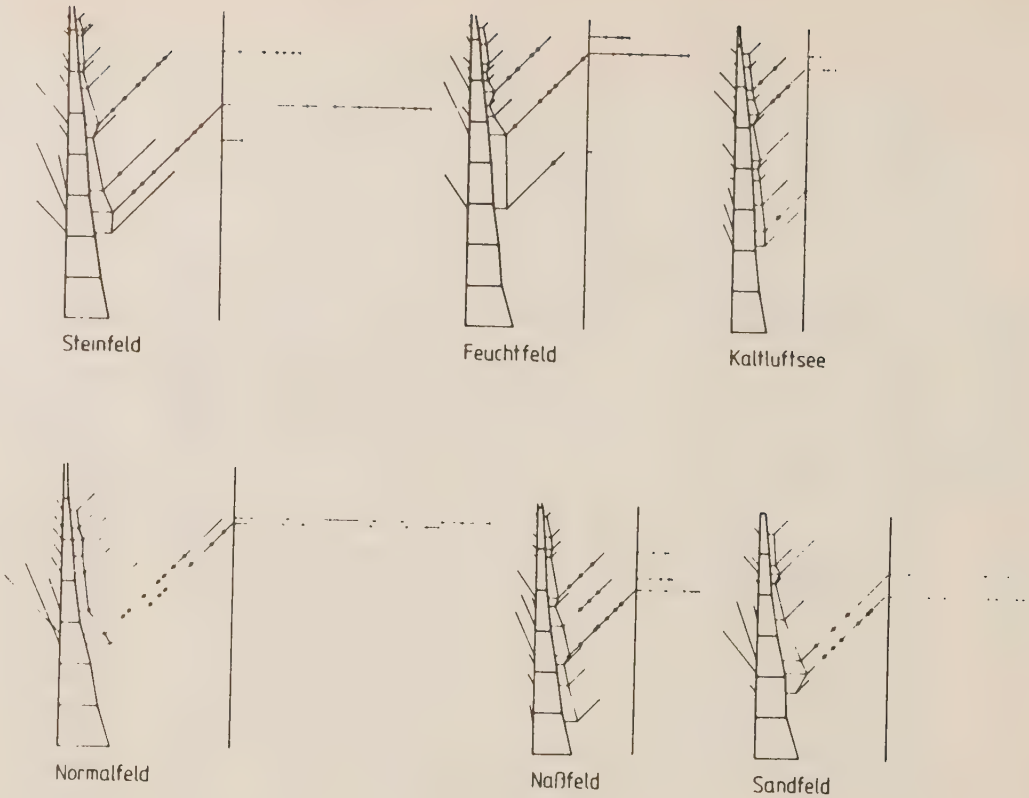


Abb. 47: Morphogramme der Provenienz L 12 von allen 6 Prüffeldern

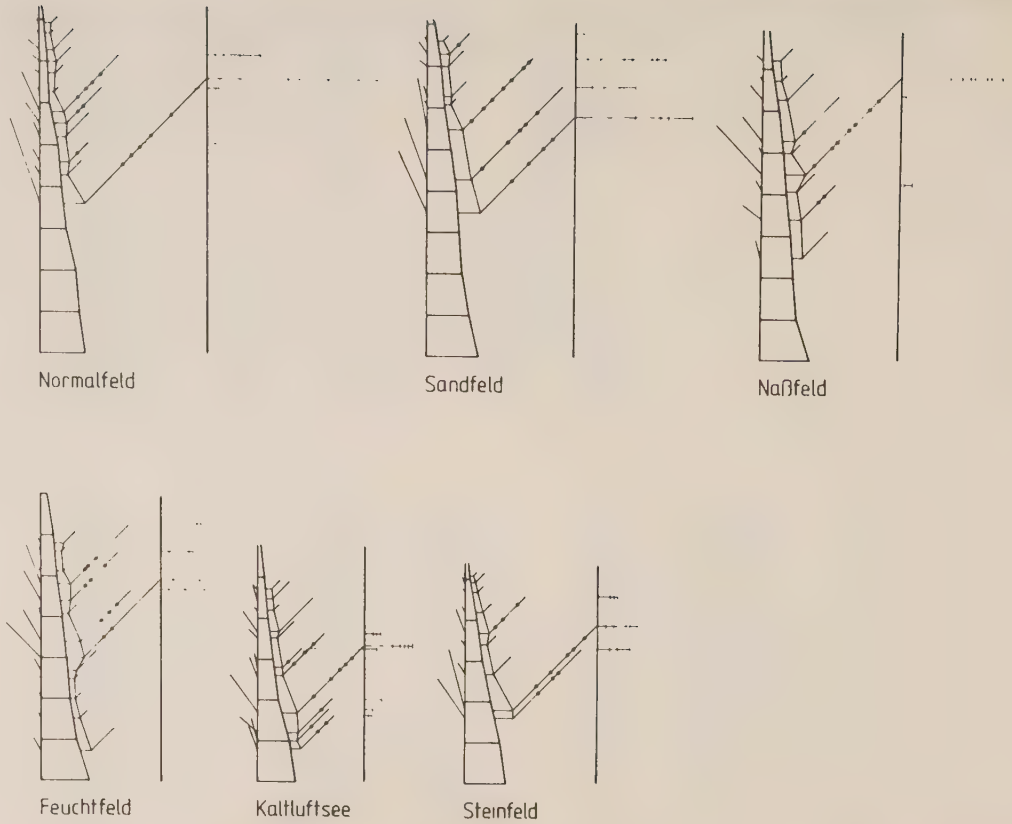


Abb. 48: Morphogramme der Provenienz L 18 von allen 6 Prüffeldern

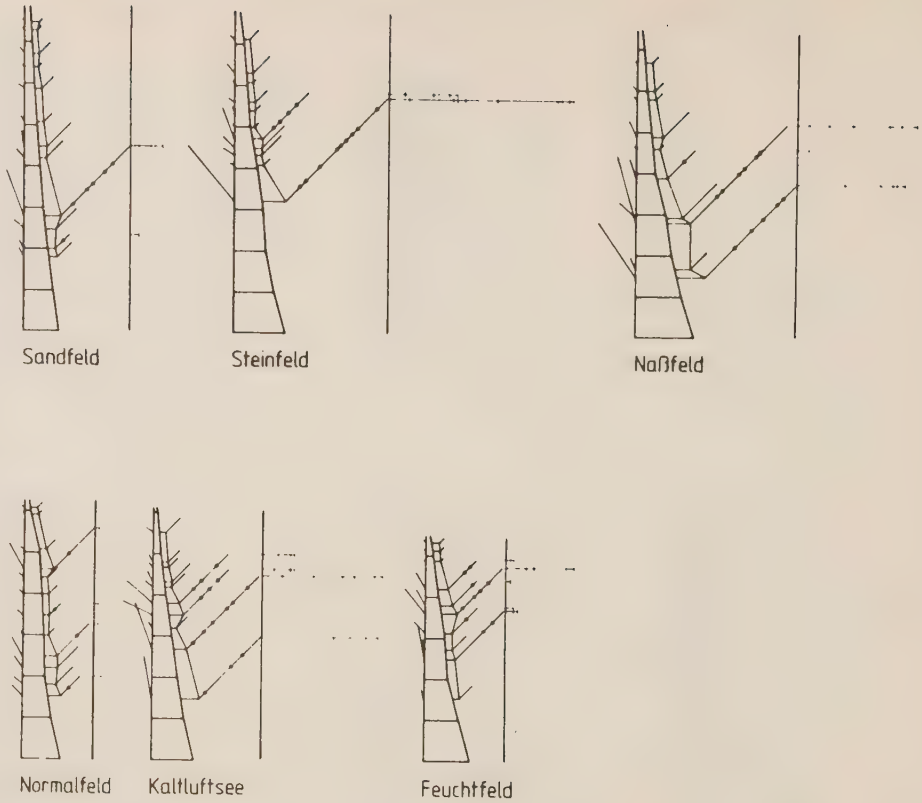


Abb. 49: Morphogramme der Provenienz L 19 von allen 6 Prüffeldern

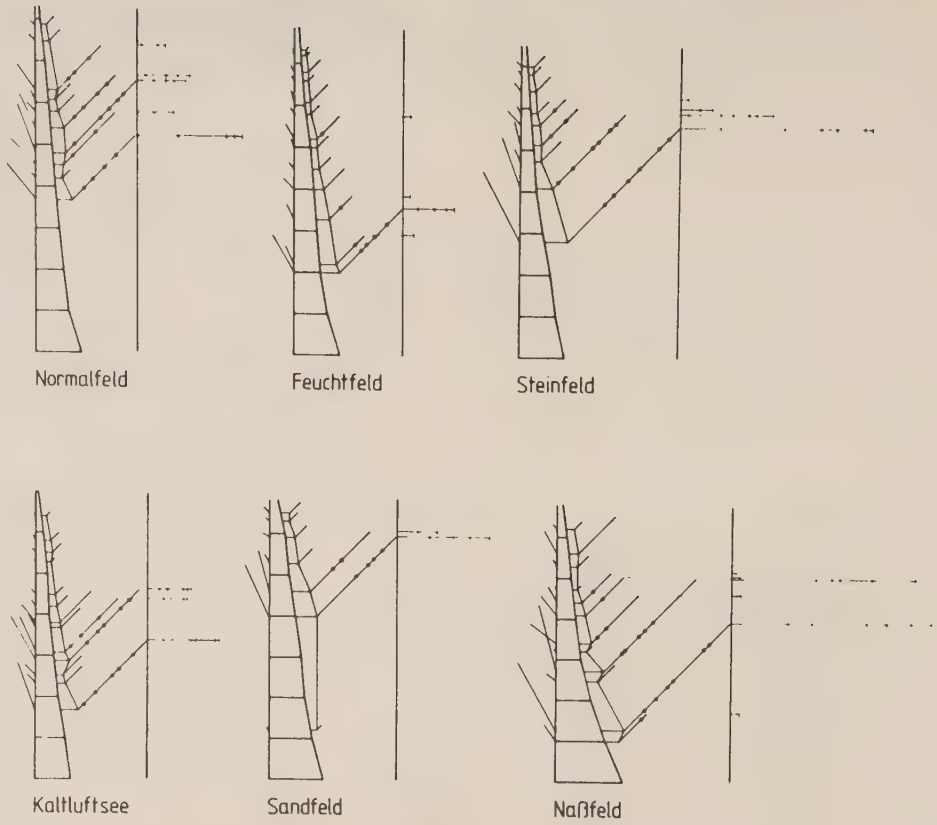


Abb. 5o: Morphogramme der Provenienz L 2o von allen 6 Prüffeldern

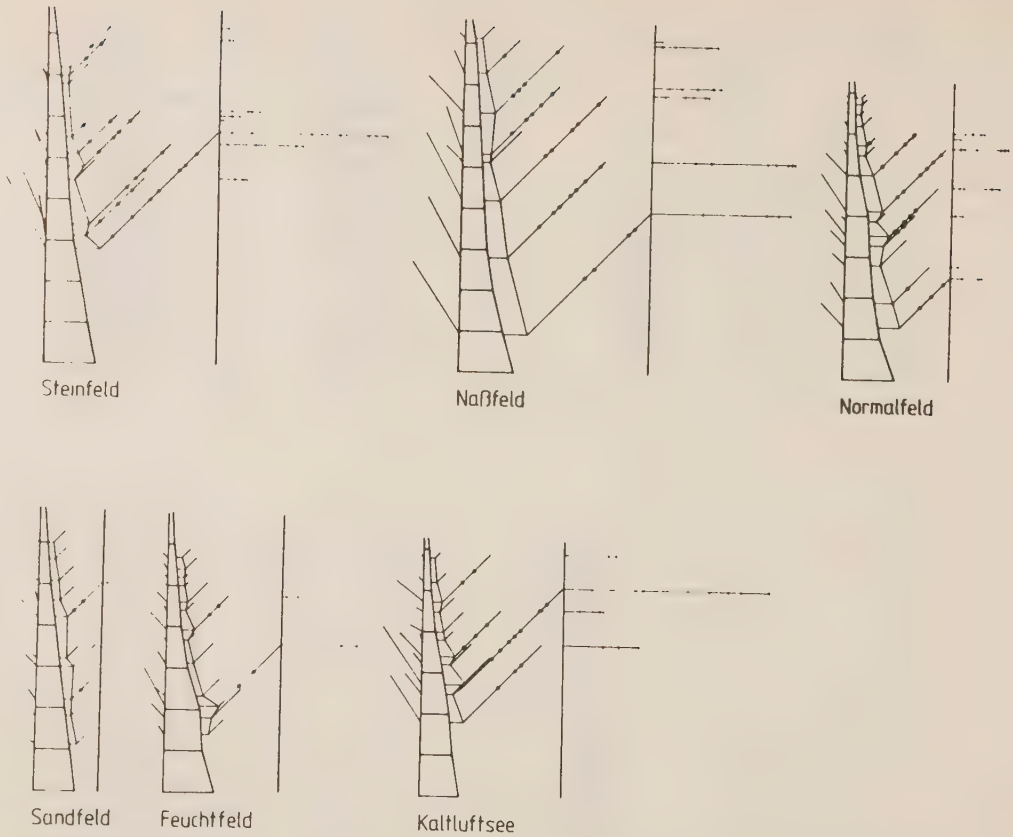


Abb. 51: Morphogramme der Provenienz L 21 von allen 6 Prüffeldern

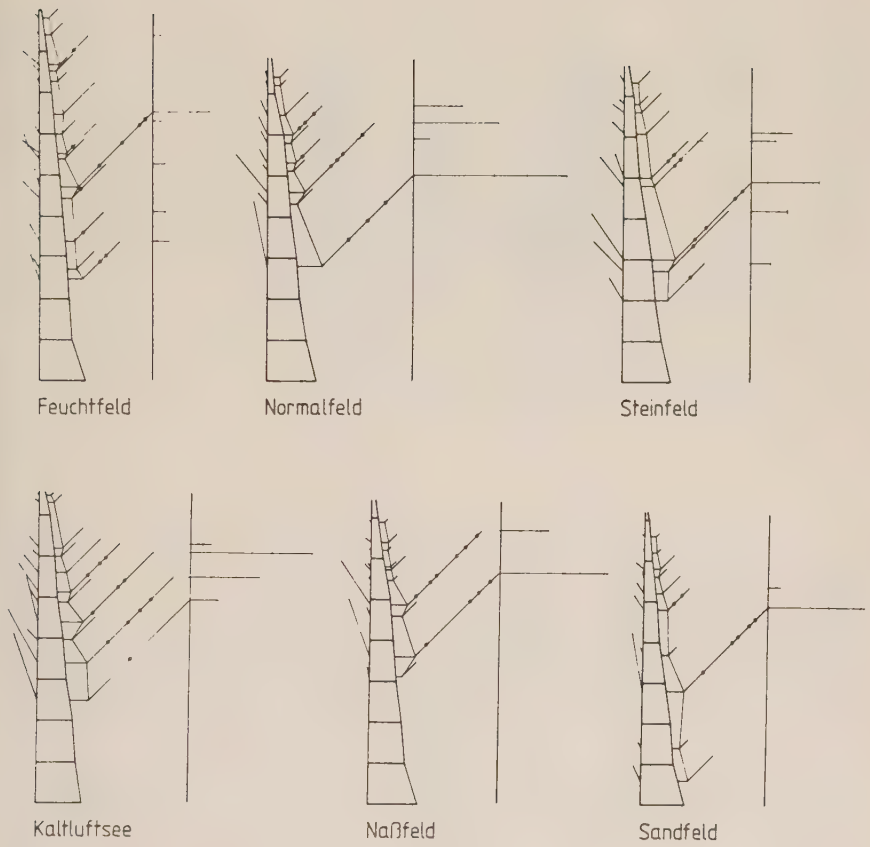


Abb. 52: Morphogramme der Provenienz L 29 von allen 6 Prüffeldern

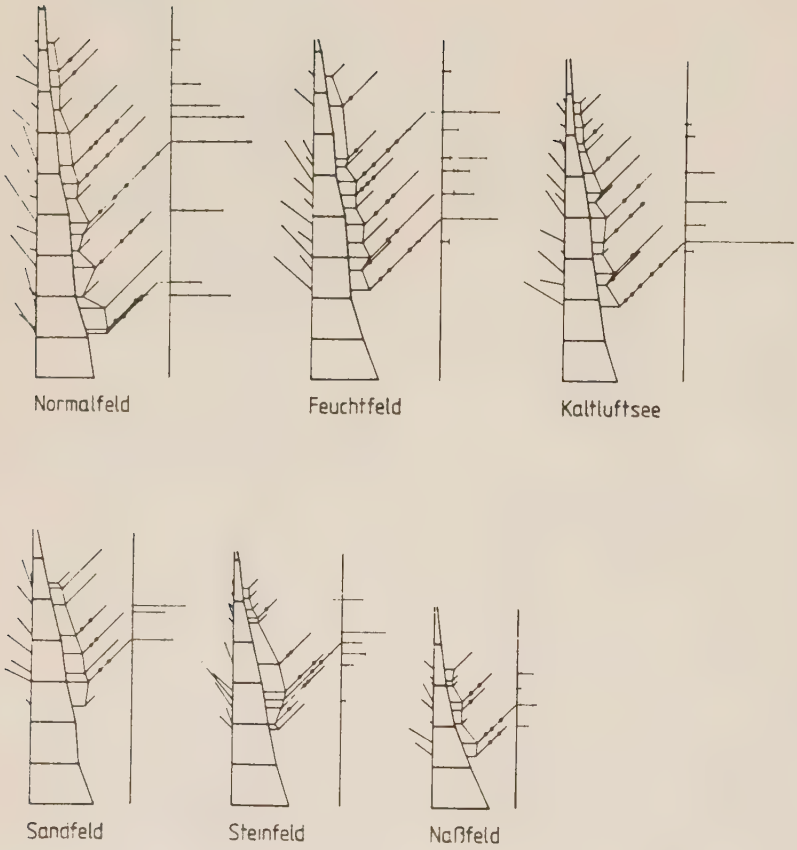


Abb. 53: Morphogramme der Provenienz L 30 von allen 6 Prüffeldern

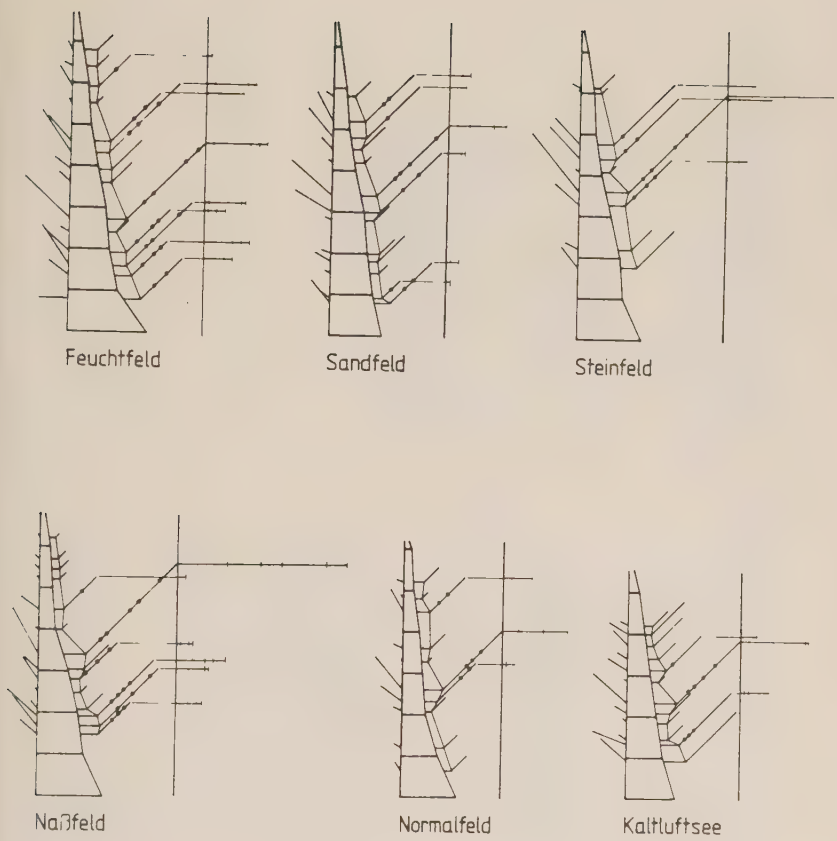


Abb. 54: Morphogramme der Provenienz L 32 von allen 6 Prüffeldern

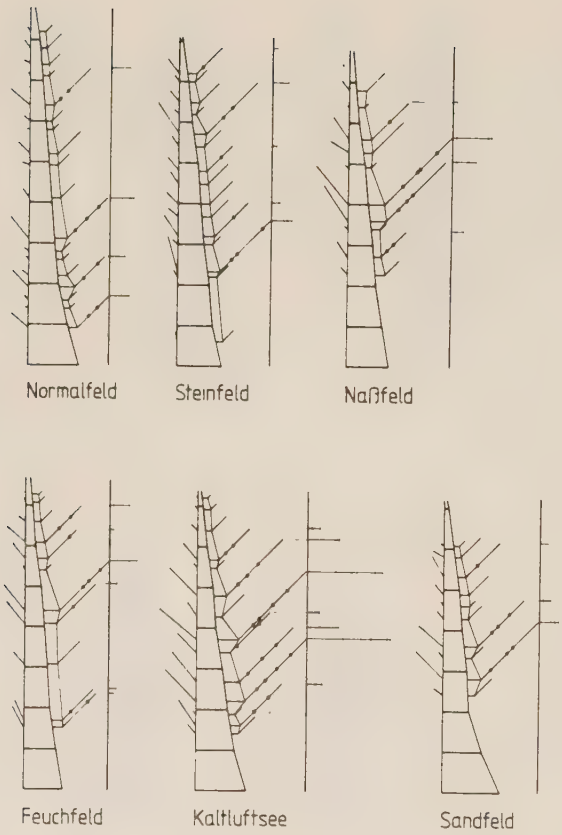


Abb. 55: Morphogramme der Provenienz L 33 von allen 6 Prüffeldern

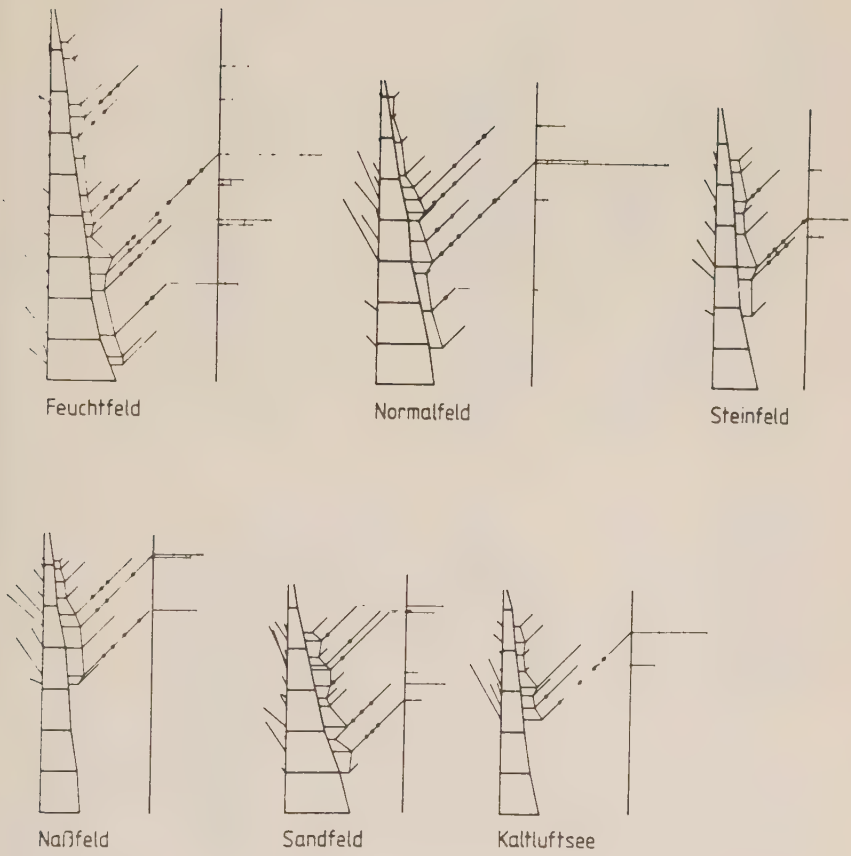


Abb. 56: Morphogramme der Provenienz L 36 von allen 6 Prüffeldern

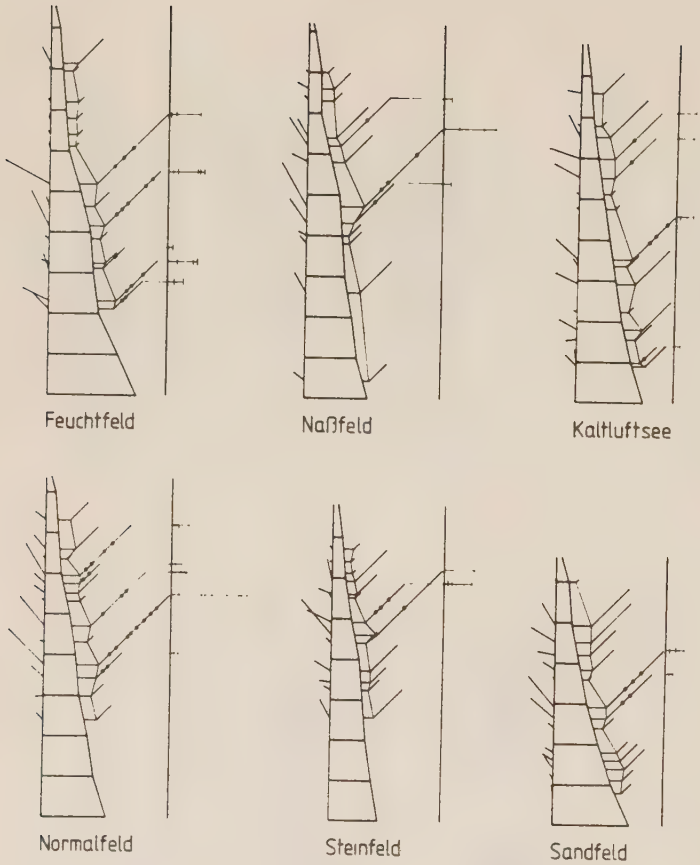


Abb. 57: Morphogramme der Provenienz L 38 von allen 6 Prüffeldern

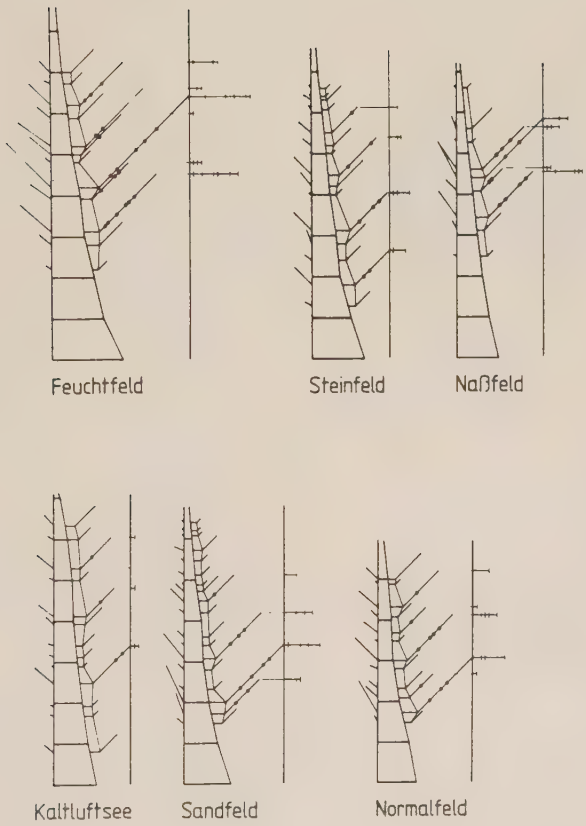


Abb. 58: Morphogramme der Provenienzen L 41 von allen 6 Prüffeldern

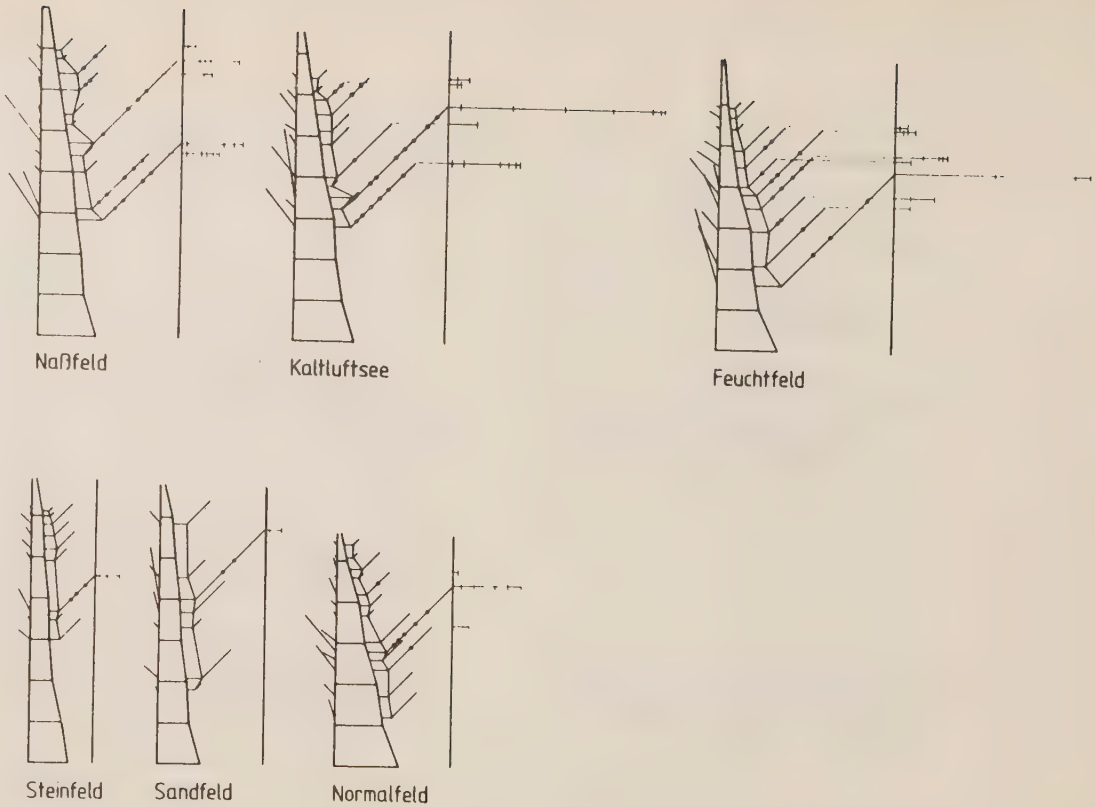


Abb. 59: Morphogramme der Provenienz L 43 von allen 6 Prüffeldern

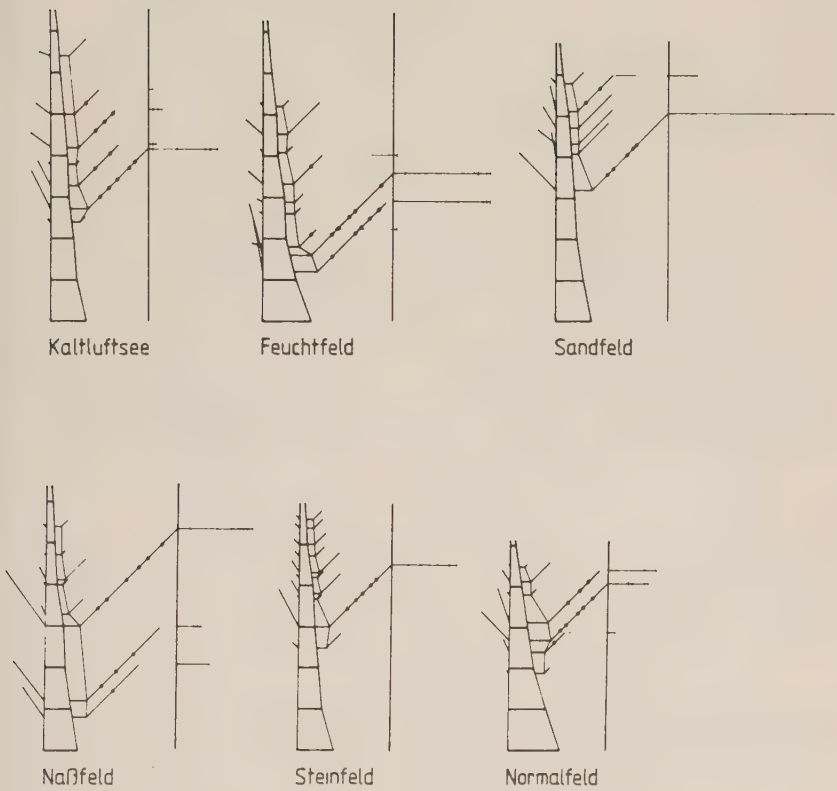


Abb. 60: Morphogramme der Provenienz L 46 von allen 6 Prüffeldern

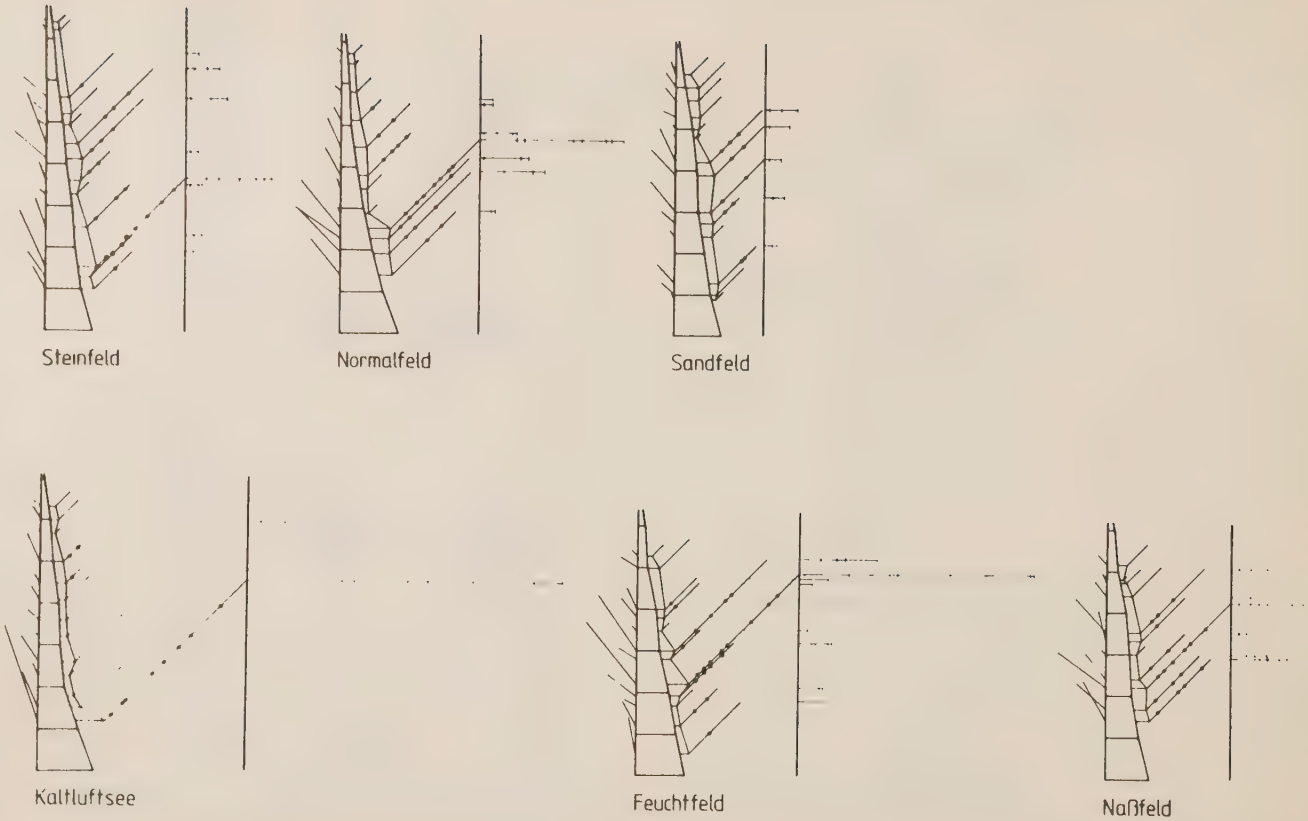


Abb. 61: Morphogramme der Kontrollprovenienz von allen 6 Prüffeldern

2. Die Äste dürfen nicht allzu lang ausgebildet sein, da sonst die Entwicklung einer übergreifenden Akrotonie zu befürchten ist im Sinne einer Besenwüchsigkeit, welche dadurch entsteht, daß die Seitenäste den Leittrieb sowohl an Länge als auch an Höhe übertreffen.

3. Auch die Seitenäste II. Ordnung dürfen nicht allzu lang und zahlreich sein, da sonst ebenfalls eine Besenwüchsigkeit zu befürchten ist. Somit ist eine hohe Zahl sowie eine weitgehende Länge der Äste II. Ordnung eher negativ zu bewerten.

4. Stumpfwinkligkeit ist günstiger zu beurteilen als Spitzwinkligkeit, weil bei dieser die Gefahr einer sogenannten Steilastbildung gegeben ist, was auch eine erschwerte Astreinigung befürchten läßt.

5. Es muß eine eindeutige Leittriebbildung in der Weise erkennbar sein, daß der letzte Jahresmitteltrieb eindeutig länger ist als der nächstgelegene, unter ihm insertierte Seitenast.

6. Die Gipfelknospe muß als Einzelknospe eindeutig ausgebildet sein. Ist das Ende des Leittriebs mit einer Doppelknospe versehen, so ist eine sogenannte Zwieselwüchsigkeit mit der Neigung zu übergreifender Akrotonie und Besenwüchsigkeit zu befürchten.

Diese wertmorphologischen Unterschiede versuchte die Zeichnung von HENGST (Abb. 1) zu vermitteln. Um die numerischen wertmorphologischen Unterschiede möglichst klar herauszuarbeiten, stellten wir die erhobenen Absolutdaten der Anzahl der Äste I. Ordnung, der mittleren Astlänge der Äste I. Ordnung, der Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung und der Länge der verzweigten Äste I. Ordnung, der Anzahl der Äste II. Ordnung,

der Länge der Äste II. Ordnung, der mittleren Astwinkel (Winkel zwischen Hauptachse und verzweigten Äste I. Ordnung), des Verhältnisses der Anzahl der Äste I. Ordnung zur Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung, des Verhältnisses der Länge der Äste II. Ordnung zur Länge der verzweigten Äste I. Ordnung und zuletzt des Verhältnisses zwischen der Länge des Gipfelleittriebes zur Länge des nächsten Seitentriebes in den Tabellen 29 bis 38 zusammen.

Zur Erklärung der Tabellen 29 bis 38 ist folgendes zu sagen: Die Werte aller Provenienzstichproben von allen Versuchsfeldern (Naß-, Normal-, Stein-, Feucht- und Kaltluftsee = KLS) sind in den Längsspalten aufgebracht. Am Ende der Tabelle nach dem Doppelstrich sind die Mittelwerte eingetragen und im Anschluß daran die jeweilige Rangfolge gemäß der weiter oben unter Ziffer 1 bis 6 angegebenen wertmorphologischen Bewertungen nach SCHÄDELIN!

Die einzelnen in den Morphogrammen festgehaltenen morphologischen Merkmale wurden durch den Mann-Whitney-U-Test statistisch überprüft. Die Ergebnisse dieser statistischen Teste sind in den Tabellen 39 bis 48 festgehalten.

Im Einzelnen wurden folgende Kriterien überprüft:

- Anzahl der Äste I. Ordnung
- mittlere Astlänge der Äste I. Ordnung
- Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung
- Länge der verzweigten Äste I. Ordnung
- Anzahl der Äste II. Ordnung
- Länge der Äste II. Ordnung
- mittlerer Astwinkel
- Verhältnis zwischen der Anzahl der Äste I. Ordnung und der Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	12	10	9	14	15	12	12,0	5
L 12	11	10	8	8	11	12	10,0	15
L 18	9	13	12	8	9	11	10,3	13
L 19	11	10	12	12	11	10	11,0	8
L 2o	12	13	10	7	9	13	10,7	12
L 21	8	13	14	10	10	11	11,0	8
L 29	10	14	10	10	9	11	10,7	11
L 3o	8	12	16	8	11	14	11,5	7
L 32	14	14	10	13	9	12	12,0	6
L 33	10	11	18	10	15	14	13,0	3
L 36	9	16	13	12	8	8	11,0	8
L 38	12	14	13	14	13	15	13,5	1
L 41	9	12	12	18	15	13	13,1	2
L 43	11	11	13	7	9	11	10,3	13
L 46	8	9	7	6	10	7	8,0	16
Kontr.	11	12	12	14	13	13	12,5	4

Tab. 29: Anzahl der Äste I. Ordnung

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	6,6	6,6	11,1	7,5	5,1	7,0	7,3	1
L 12	8,2	9,3	17,1	11,9	12,6	6,5	10,9	14
L 18	10,3	8,8	9,6	13,9	9,4	9,9	10,3	13
L 19	11,1	7,4	5,3	5,8	7,8	10,6	8,0	4
L 2o	12,4	6,2	11,9	9,6	12,1	8,8	10,2	11
L 21	23,6	6,4	8,6	5,2	16,6	11,2	11,9	15
L 29	7,9	9,1	10,4	6,8	12,8	13,7	10,1	8
L 3o	7,0	11,2	13,4	10,7	8,5	10,1	10,2	10
L 32	9,4	10,9	7,3	10,5	13,5	10,0	10,3	12
L 33	9,4	8,5	5,5	8,1	7,9	10,8	8,4	5
L 36	11,2	12,5	10,4	9,3	8,5	9,3	10,2	9
L 38	9,4	5,2	8,8	7,7	7,2	7,6	7,7	2
L 41	8,3	12,4	8,2	5,5	6,1	5,5	7,7	2
L 43	6,5	14,3	7,4	9,3	5,0	10,7	8,9	6
L 46	11,6	9,8	7,9	13,2	5,6	9,4	9,6	7
Kontr.	13,5	14,7	13,2	8,9	12,8	10,7	12,3	16

Tab. 3o: Mittlere Astlänge der Äste I. Ordnung (cm)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	2	2	3	3	2	3	2,6	1
L 12	3	3	2	2	3	3	2,6	3
L 18	3	4	4	4	3	6	4,0	8
L 19	3	5	4	2	2	4	3,3	5
L 20	6	4	5	2	4	3	4,0	8
L 21	6	2	7	2	8	4	4,8	13
L 29	2	6	4	2	5	4	3,8	7
L 30	4	8	9	3	6	7	6,1	15
L 32	6	8	3	6	4	3	5,0	14
L 33	4	6	4	3	5	7	4,8	12
L 36	3	8	5	6	3	2	4,5	11
L 38	2	4	5	2	2	4	3,2	4
L 41	4	4	5	4	4	3	4,0	8
L 43	6	7	3	1	1	4	3,6	6
L 46	3	3	3	2	1	4	2,6	2
Kontr.	6	8	7	5	8	3	6,1	16

Tab. 31: Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	54	34	61	45	34	40	44,5	1
L 12	56	69	83	58	82	40	64,7	6
L 18	60	81	82	97	67	80	77,8	10
L 19	66	60	36	29	52	79	53,7	3
L 2o	120	48	98	49	86	68	78,1	11
L 21	174	22	95	20	152	94	92,8	15
L 29	56	73	74	37	93	107	73,3	9
L 3o	43	135	135	41	74	102	88,3	13
L 32	105	142	45	100	93	52	89,5	14
L 33	67	77	49	48	66	131	73,0	8
L 36	68	154	103	89	37	44	82,5	12
L 38	56	76	78	35	37	51	55,6	4
L 41	49	113	65	57	47	34	60,8	5
L 43	92	138	46	24	12	93	67,5	7
L 46	77	68	45	40	21	57	51,3	2
Kontr.	123	153	144	76	145	67	118,0	16

Tab. 32: Länge der verzweigten Äste I. Ordnung

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	8	5	6	5	7	8	6,5	1
L 12	12	11	13	9	13	6	10,7	8
L 18	10	11	12	10	17	13	12,2	10
L 19	12	10	4	6	13	14	9,8	4
L 2o	16	7	18	6	15	13	12,5	11
L 21	26	6	21	5	24	15	16,2	15
L 29	10	10	11	7	10	11	9,8	4
L 3o	8	18	25	6	10	13	13,3	14
L 32	19	21	7	12	10	8	12,8	13
L 33	10	9	9	7	8	20	10,5	6
L 36	10	25	16	10	9	5	12,5	11
L 38	5	15	19	5	5	6	9,2	3
L 41	11	20	10	10	8	4	10,5	6
L 43	17	17	7	2	3	18	10,7	8
L 46	10	12	9	7	5	11	9,0	2
Kontr.	19	22	22	11	21	11	17,7	16

Tab. 33: Anzahl der Äste II. Ordnung

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	14	7	22	9	11	16	13	1
L 12	32	36	114	62	76	17	56	13
L 18	29	39	50	68	23	27	39	6
L 19	60	25	5	10	63	75	40	8
L 20	102	20	67	34	79	39	57	14
L 21	120	23	49	3	91	93	63	15
L 29	39	28	59	27	47	59	43	10
L 30	13	62	112	29	31	54	50	12
L 32	71	70	26	31	49	28	46	11
L 33	20	18	20	10	13	63	24	4
L 36	32	69	59	34	19	25	39	6
L 38	17	25	31	7	10	14	17	2
L 41	22	41	20	23	14	4	21	3
L 43	48	88	21	4	5	86	42	9
L 46	32	50	24	48	16	23	32	5
Kontr.	59	109	82	26	55	89	70	16

Tab. 34: Länge der Äste II. Ordnung (cm)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	41	55	57,3	47	41	45	47,3	5
L 12	62	58	55	60	63	55	58,8	11
L 18	52,3	58,8	62,5	67,5	66,7	65	62,1	16
L 19	66,7	59	51,3	65	60	53,8	59,3	12
L 2o	55,8	62,5	57	70	62,5	65	62,1	15
L 21	59,2	45	49,3	50	58,8	48,8	51,9	7
L 29	62,5	57	62,5	67,5	56	65	61,8	14
L 3o	41,3	46	45,7	36,7	52	45,8	44,6	2
L 32	50	40,9	48,3	44,2	45	38,3	44,5	1
L 33	53,7	52,5	45	48,3	58,7	47,2	50,9	6
L 36	48,3	55	53	58,3	55	57,5	54,5	8
L 38	46,3	46,4	46,2	44	36,5	48,3	44,7	3
L 41	53,7	40	45	55	43,8	38,3	46,0	4
L 43	57,4	58,1	54,3	70	62	55	59,5	13
L 46	53,3	53,7	60	58	62	47,5	55,7	10
Kontr.	50,8	53,1	52,1	49	58,7	63	54,8	9

Tab. 35: Mittlerer Astwinkel (Winkel zwischen Hauptachse und verzweigten Ästen I. Ordnung, in Altgraden)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	16	20	33	21	15	25	21,7	1
L 12	27	30	25	25	27	25	26,5	3
L 18	33	30	33	50	33	54	38,8	11
L 19	27	50	33	16	18	40	30,7	4
L 20	50	30	50	28	44	23	37,5	9
L 21	75	15	50	20	80	36	46,0	15
L 29	20	42	40	20	55	36	35,5	8
L 30	50	66	56	37	54	50	52,2	16
L 32	42	57	30	46	44	25	40,7	13
L 33	40	54	22	30	33	50	38,2	10
L 36	33	50	38	50	37	25	38,8	11
L 38	16	28	38	14	15	26	22,8	2
L 41	44	33	41	22	26	23	31,5	5
L 43	54	63	23	14	11	36	33,5	6
L 46	37	33	42	33	10	57	35,3	7
Kontr.	54	66	58	35	61	23	49,5	15

Tab. 36: Verhältnis zwischen Anzahl der Äste I. Ordnung und der Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung (%)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	26	20	36	20	32	32	27,7	1
L 12	57	52	137	106	92	42	81,0	16
L 18	48	48	60	70	34	33	48,8	5
L 19	90	41	13	34	121	94	65,5	12
L 2o	85	47	50	69	91	57	66,5	14
L 21	68	104	51	15	59	98	65,8	13
L 29	69	38	79	72	50	55	60,5	10
L 3o	30	45	82	70	41	52	53,3	9
L 32	67	50	57	31	52	53	51,7	8
L 33	29	23	40	20	19	48	29,8	3
L 36	47	44	57	38	51	56	48,8	5
L 38	30	32	39	20	27	27	29,2	2
L 41	44	36	30	40	29	11	31,7	4
L 43	52	63	45	16	41	92	51,5	7
L 46	41	73	53	120	76	56	69,8	15
Kontr.	47	71	56	34	37	132	62,8	11

Tab. 37: Verhältnis der Länge der Äste II. Ordnung zur Länge der verzweigten Äste I. Ordnung (%)

	Nassfd.	Feuchtfd.	Normalfd.	Sandfd.	Steinfd.	KLS	MW	RF
L 5	75	79	89	87	77	63	78	14
L 12	69	100	97	86	76	72	83	15
L 18	97	95	91	96	83	76	90	16
L 19	72	76	66	57	78	73	70	4
L 2o	100	57	75	98	62	60	75	10
L 21	100	58	68	45	93	100	77	13
L 29	100	76	57	65	65	78	74	9
L 3o	43	75	70	100	55	50	65	3
L 32	91	70	70	66	75	78	75	10
L 33	63	81	54	63	100	76	73	6
L 36	83	69	89	95	47	46	71	5
L 38	55	58	53	54	71	55	58	1
L 41	71	70	81	41	40	61	61	2
L 43	87	69	79	85	63	80	77	12
L 46	100	49	90	76	70	54	73	6
Kontr.	81	71	63	81	78	66	73	6

Tab. 38: Verhältnis zwischen der Länge des Gipfelleittriebes und der Länge des nächstgelegenen Seitentriebes (%)

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	++	O	+ 1
12	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	--	-	O	+	-	- 2
18	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	--	O	O	+	-	- 1
19	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	--	O	O	++	-	- 1
20	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	-	O	O	+	O	O
21	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	-	O	O	+	O	O
29	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	-	O	O	+	-	- 1
30	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	+	O	+ 1
32	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	++	O	+ 1
33	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	++	O	+ 1
36	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	+	O	+ 1
38	O	++	++	++	+	+	+	O	O	O	O		O	++	++	O	+ 8
41	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	++	O	+ 2
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	--	O		+	-	- 1
46	--	-	-	--	-	-	-	-	--	--	-	--	--	-		--	-15
K	O	+	+	+	O	O	+	O	O	O	O	O	O	+	++		+ 6

Tab. 39: Statistische Überprüfung der Anzahl der Äste I. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		+	+	O	+	O	+	+	+	O	+	O	O	O	O	++	+ 8
12	-		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-	O	O	O	- 2
18	-	O		O	O	O	O	O	O	-	O	-	-	O	O	O	- 4
19	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	++	+ 1
20	-	O	O	O		O	O	O	O	O	O	-	-	O	O	+	- 2
21	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
29	-	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	- 1
30	-	O	O	O	O	O	O		O	O	O	-	-	O	O	O	- 3
32	-	O	O	O	O	O	O	O		O	O	-	-	O	O	O	- 3
33	O	O	+	O	O	O	O	O	O		+	O	O	O	O	++	+ 3
36	-	O	O	O	O	O	O	O	O	-		-	-	O	O	+	- 3
38	O	O	++	O	+	O	O	+	+	O	+		O	O	+	++	+ 7
41	O	+	+	O	+	O	O	+	+	O	+	O		O	O	++	+ 7
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	+	+ 1
46	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-	O	O		O	- 1
K	--	O	O	--	-	O	O	O	O	--	-	--	--	-	O		- 8

Tab. 4o: Statistische Überprüfung der mittleren Astlänge der Äste I. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		O	+	O	O	O	O	++	+	++	O	O	++	O	O	++	+ 6
12	O		+	O	O	O	O	++	+	++	O	O	++	O	O	++	+ 6
18	-	-		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	+	- 1
19	O	O	O		O	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	++	+ 2
20	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	+	+ 1
21	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
29	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	+	+ 1
30	--	--	O	-	O	O	O		O	O	O	-	O	O	-	O	- 5
32	-	-	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	-	O	- 3
33	--	--	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	-	O	- 3
36	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O
38	O	O	O	O	O	O	O	+	O	O	O		O	O	O	+	+ 2
41	--	--	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	-	+	- 2
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O
46	O	O	O	O	O	O	O	+	+	+	O	O	+	O		++	+ 5
K	--	--	-	--	-	O	-	O	O	O	O	-	-	O	--		- 9

Tab. 41: Statistische Überprüfung der Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		+	++	O	+	O	+	+	+	+	+	O	O	O	O	++	+ 9
12	-		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	+	O
18	--	O		--	O	O	O	O	O	O	O	-	-	O	-	O	- 5
19	O	O	++		O	O	O	O	+	O	O	O	O	O	O	++	+ 3
20	-	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	-	+	- 1
21	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
29	-	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	- 1
30	-	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	- 1
32	-	O	O	-	O	O	O	O		O	O	-	O	O	O	+	- 2
33	-	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	+	O
36	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	- 1
38	O	O	+	O	O	O	O	O	+	O	O		O	O	O	++	+ 3
41	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	++	+ 2
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	+	+ 1
46	O	O	+	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O		++	+ 3
K	--	-	O	--	-	O	O	O	-	-	O	--	--	-	--		-10

Tab. 42: Statistische Überprüfung der Länge der verzweigten Äste I. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		O	++	O	O	O	++	+	+	+	+	O	O	O	O	++	+ 7
12	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
18	--	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	- 1
19	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
20	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
21	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
29	--	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	++	O
30	-	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	- 1
32	-	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	- 1
33	-	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	+	O
36	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	- 1
38	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	+	+ 1
41	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	+	+ 1
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	+	+ 1
46	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		+	+ 1
K	--	O	O	O	O	O	--	O	O	-	O	-	-	-	-		- 7

Tab. 43: Statistische Überprüfung der Anzahl der Äste II. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		++	++	O	++	+	++	+	++	O	++	O	O	O	++	++	+10
12	--		O	O	O	O	O	O	O	O	O	--	-	O	O	O	- 3
18	--	O		O	O	O	O	O	O	-	O	-	-	O	O	O	- 4
19	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
20	--	O	O	O		O	O	O	O	-	O	--	-	O	O	O	- 4
21	-	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	- 1
29	--	O	O	O	O	O		O	O	O	O	--	-	O	O	O	- 3
30	-	O	O	O	O	O	O		O	O	O	-	O	O	O	O	- 2
32	--	O	O	O	O	O	O	O		-	O	--	-	O	O	O	- 4
33	O	O	+	O	+	O	O	O	+		O	O	O	O	O	+	+ 4
36	--	O	O	O	O	O	O	O	O	O		-	O	O	O	O	- 2
38	O	++	+	O	++	O	++	+	++	O	+		O	O	O	++	+ 8
41	O	+	+	O	+	O	+	O	+	O	O	O		O	O	++	+ 6
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O
46	--	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		+	O
K	--	O	O	O	O	O	O	O	O	-	O	--	--	O	-		- 5

Tab. 44: Statistische Überprüfung der Länge der Äste II. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		+	++	+	++	O	++	O	O	O	O	O	O	+	+	O	+ 7
12	-		O	O	O	-	O	--	--	-	O	--	--	O	O	O	- 7
18	--	O		O	O	-	O	--	--	-	-	--	--	O	O	-	- 9
19	-	O	O		O	-	O	--	--	-	O	--	-	O	O	O	- 7
20	--	O	O	O		-	O	--	--	--	-	--	--	O	-	O	- 9
21	O	+	+	+	+		+	O	-	O	O	-	O	O	O	O	+ 3
29	--	O	O	O	O	-		--	--	--	-	--	--	O	-	-	-10
30	O	++	++	++	++	O	++		O	+	++	O	O	++	++	++	+10
32	O	++	++	++	++	+	++	O		+	++	O	O	++	++	++	+11
33	O	+	+	+	++	O	++	-	-		O	-	O	+	O	O	+ 3
36	O	O	+	O	+	O	+	--	--	O		--	-	O	O	O	- 1
38	O	++	++	++	++	+	++	O	O	+	++		O	++	++	++	+11
41	O	++	++	+	++	O	++	O	O	O	+	O		++	+	O	+ 8
43	-	O	O	O	O	O	O	--	--	-	O	--	--		O	O	- 6
46	-	O	O	O	+	O	+	--	--	O	O	--	-	O		O	- 3
K	O	O	+	O	O	O	+	--	--	O	O	--	O	O	O		- 1

Tab. 45: Statistische Überprüfung der mittleren Astwinkel zwischen der Hauptachse und den Ästen I. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		O	++	O	+	O	O	++	++	+	++	O	O	O	O	++	+ 7
12	O		++	O	+	O	O	++	++	+	++	O	O	O	O	++	+ 7
18	--	--		O	O	O	O	+	O	O	O	-	O	O	O	O	- 2
19	O	O	O		O	O	O	++	O	O	O	O	O	O	O	O	+ 1
20	-	-	O	O		O	O	+	O	O	O	-	O	O	O	O	- 2
21	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
29	O	O	O	O	O	O		+	O	O	O	O	O	O	O	O	+ 1
30	--	--	-	--	-	O	-		O	O	O	--	--	O	-	O	- 9
32	--	--	O	O	O	O	O	O		O	O	-	O	O	O	O	- 3
33	-	-	O	O	O	O	O	O	O		O	-	O	O	O	O	- 3
36	--	--	O	O	O	O	O	O	O	O		-	O	O	O	O	- 3
38	O	O	+	O	+	O	O	++	+	+	+		O	O	O	++	+ 7
41	O	O	O	O	O	O	O	++	O	O	O	O		O	O	+	+ 2
43	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O
46	O	O	O	O	O	O	O	+	O	O	O	O	O	O		O	+ 1
K	--	--	O	O	O	O	O	O	O	O	O	--	-	O	O		- 4

Tab. 46: Statistische Überprüfung des Verhältnisses von Anzahl der Äste I. Ordnung und Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		++	++	O	++	+	++	+	++	O	++	O	O	+	++	+	+11
12	--		O	O	O	O	O	O	O	--	O	--	--	O	O	O	- 4
18	--	O		O	O	O	O	O	O	-	O	-	O	O	O	O	- 3
19	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
20	--	O	O	O		O	O	O	O	--	O	--	--	O	O	O	- 4
21	-	O	O	O	O		O	O	O	-	O	-	-	O	O	O	- 4
29	--	O	O	O	O	O		O	O	--	O	--	--	O	O	O	- 4
30	-	O	O	O	O	O	O		O	-	O	-	-	O	O	O	- 4
32	--	O	O	O	O	O	O	O		--	O	--	-	O	O	O	- 4
33	O	++	+	O	++	+	++	+	++		++	O	O	O	++	O	+ 9
36	--	O	O	O	O	O	O	O	O	--		--	-	O	O	O	- 4
38	O	++	+	O	++	+	++	+	++	O	++		O	+	++	+	+11
41	O	++	O	O	++	+	++	+	+	O	+	O		O	++	O	+ 8
43	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-	O		O	O	- 2
46	--	O	O	O	O	O	O	O	O	--	O	--	--	O		O	- 4
K	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-	O	O	O		- 2

Tab. 47: Statistische Überprüfung zwischen der Länge der Äste II. Ordnung und der Länge der verzweigten Äste I. Ordnung

L	5	12	18	19	20	21	29	30	32	33	36	38	41	43	46	K	
5		O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	--	-	O	O	O	- 1
12	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	--	-	O	O	O	- 2
18	-	O		--	O	O	O	-	--	O	O	--	-	-	O	--	- 8
19	O	O	++		O	O	O	O	O	O	O	--	O	O	O	O	O
20	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	-	O	O	O	O	- 1
21	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
29	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	-	O	O	O	O	- 1
30	O	O	+	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	+ 1
32	O	O	++	O	O	O	O	O		O	O	-	O	O	O	O	O
33	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	-	O	O	O	O	- 1
36	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O
38	++	++	++	++	+	O	+	O	+	+	O		O	+	O	+	+10
41	+	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		+	O	+	+ 5
43	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	-	-		O	O	- 1
46	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O
K	O	O	++	O	O	O	O	O	O	O	O	-	-	O	O		- 1

Tab. 48: Statistische Überprüfung des Verhältnisses von Länge des Gipfeltriebes zur Länge der nächstgelegenen Seitentriebe.

- Verhältnis der Länge der Äste II. Ordnung zur Länge der verzweigten Äste I. Ordnung
- Verhältnis zwischen der Länge des Gipfelleittriebes und der Länge des nächstgelegenen Seitentriebes

Die statistische Prüfungstabelle 39 läßt bei der Auswertung der Anzahl der Äste I. Ordnung erkennen, daß die Provenienz L 38 mit dem Wert +8 die höchste Anzahl der Äste I. Ordnung gebildet hatte vergleichsweise zur Provenienz L 46 mit dem niedrigsten Wert -15. Alle anderen Provenienzen liegen zwischen diesen beiden Extremwerten.

Die statistische Überprüfungstabelle 4o läßt für die Anzahl der Äste I. Ordnung erkennen, daß die Provenienz L 5 mit dem Wert +8 die niedrigsten Astlängen gebildet hatte vergleichsweise zur Kontrollprovenienz mit dem niedrigsten Wert -8. Alle anderen Provenienzen liegen mit ihren Daten zwischen diesen beiden Extremwerten.

Die Tabelle 41 läßt bei Auswertung der Anzahl der unverzweigten Seitenäste I. Ordnung erkennen, daß die Provenienzen L 5 und L 12 mit dem Wert +6 die geringsten Seitenäste I. Ordnung gebildet hatten vergleichsweise zur Kontrollprovenienz mit dem niedrigsten Wert -9. Auch hier befinden sich alle anderen Provenienzen mit ihren Werten zwischen diesen beiden Extremwerten.

Die statistische Prüfungstabelle 42 läßt bei Auswertung der Länge der unverzweigten Äste I. Ordnung erkennen, daß die Provenienz L 5 mit dem Wert +9 die kürzesten unverzweigten Seitenäste I. Ordnung gebildet hatte vergleichsweise zur Kontrollprovenienz mit dem niedrigsten Wert -1o. Alle anderen Provenienzen liegen zwischen den beiden Extremwerten.

Die statistische Prüfungstabelle 43 läßt bei der Auswertung der Anzahl der Äste II. Ordnung erkennen, daß die Provenienz L 5 mit dem Wert +7 die niedrigste Anzahl der Äste II. Ordnung gebildet hatte vergleichsweise zur Kontrollprovenienz mit dem niedrigsten Wert -7. Die Daten der übrigen Provenienzen liegen zwischen diesen beiden Werten.

Bei der Überprüfung der Werte für die Länge der Äste II. Ordnung (Tab. 44) stellten wir fest, daß die Provenienz L 5 mit dem Wert +1o die kürzesten Äste gebildet hatte vergleichsweise zur Kontrollprovenienz mit dem niedrigsten Wert -5. Zwischen diesen beiden Werten liegen alle übrigen Provenienzen.

Tabelle 45 läßt bei Auswertung der mittleren Astwinkel erkennen, daß die Provenienzen L 38 und L 32 mit dem Wert +11 die stumpfesten Winkel gebildet hatten vergleichsweise zur Provenienz L 29 mit dem niedrigsten Wert -1o. Alle anderen Provenienzen liegen zwischen den beiden Extremwerten.

Die statistische Prüfungstabelle 46 läßt bei der Auswertung der Verhältniswerte zwischen Astanzahl I. Ordnung und der Anzahl der unverzweigten Seitenäste I. Ordnung ekennen, daß die Provenienzen L 5, L 12 und L 38 mit dem Wert +7 die geringste Verhältniszahl gebildet hatten vergleichsweise zur Provenienz L 3o mit dem niedrigsten Wert -9. Alle anderen Provenienzen liegen zwischen diesen beiden Extremwerten.

Bei Auswertung der Tabelle 47 konnte für die Auswertung der Verhältniswerte zwischen Astlänge der Äste II. Ordnung und der Länge der unverzweigten Seitenäste I. Ordnung festgestellt werden, daß die Provenienzen L 5 und L 38 mit dem Wert +11 die geringste Verhältniszahl gebildet hatten vergleichsweise zu den Provenienzen L 12, L 2o, L 29, L 32, L 36 und L 46 mit dem nie-

drigsten Wert -4. Alle anderen Provenienzen liegen zwischen diesen beiden Extremwerten.

Die statistische Prüfungstabelle 48 mit Auswertung der Verhältniswerte zwischen der Länge des nächsthöheren Seitentriebs läßt erkennen, daß die Provenienz L 38 mit dem Wert +1o die geringste Verhältniszahl gebildet hatte vergleichsweise zur Provenienz L 18 mit dem niedrigsten Wert -8. Alle anderen Provenienzen liegen zwischen den beiden Extremwerten.

Wenn wir eine Bonitierung unter Berücksichtigung der Plus- und Minuspunkte der Tabellen 39 bis 48 vornehmen, so entfallen auf folgende Provenienzen folgende Plus- und Minuspunkte:

L 38	+	68
L 5	+	65
L 41	+	39
L 33	+	13
L 19	-	1
L 21	-	2
L 12	-	7
L 43	-	7
L 32	-	8
L 3o	-	13
L 46	-	13
L 36	-	14
L 29	-	19
L 2o	-	22
L 18	-	38
Kontrolle	-	41

Die Morphologie wurde zuletzt noch einmal typisiert, indem die Hauptachse in 3 gleich lange Abschnitte unterteilt und dort die

mittleren Astzahlen und die mittleren Längen sowie die mittleren Astwinkel zusammengefaßt wurden, so daß wir insgesamt zu drei Typen gelangten, wobei für folgende Typen folgende Provenienzen repräsentativ sind (s. Abb. 62 bis 66):

- Der erste Typ zeichnet sich durch weitgehende Stumpfwinkligkeit, weitgehend gleichmäßige Verteilung der Äste entlang der Hauptachse und relative Gleichmäßigkeit in der Astlängenbildung aus, die sich durch verhältnismäßig kurze Äste aus, die sich durch verhältnismäßig kurze Äste auszeichnet. Zu diesem wertvollen Typ zählen die Provenienzen L 5, L 41, L 32, L 38 und L 33. (s. Abb. 62)

- Der zweite Typ zeichnet sich durch eine mittlere Winkelbildung (von ungefähr 6o°) aus, durch weitgehend ungleichmäßige Verteilung der Äste entlang der Hauptachse und durch ungleichmäßige Astlängenausbildung aus, die sich durch verhältnismäßig lange Äste auszeichnet, wobei im mittleren Drittel die Äste besonders lang sind. Zu diesem morphologisch weniger wertvollen Typ zählen die in den Abb. 63 bis 65 dargestellten Provenienzen L 12, L 18, L 19, L 2o (Abb. 63), L 29, L 43, L 46 , L 36 und die Kontrollprovenienz (Abb. 64).

- Der dritte wertmorphologisch am geringsten zu wertende Typ zeichnet sich durch eine Astwinkligkeit aus, die sich zwischen Typ 1 und Typ 2 bewegt sowie durch weitgehend ungleiche Verteilung der Äste entlang der Hauptachse und auch weitgehend ungleiche Astlängenbildung, wobei die basalen Äste in ihrer Länge eindeutig gegenüber den apikalen Ästen überwiegen. Zu diesem Typ zählen die Provenienzen L 3o und L 21 (s. Abb. 65).

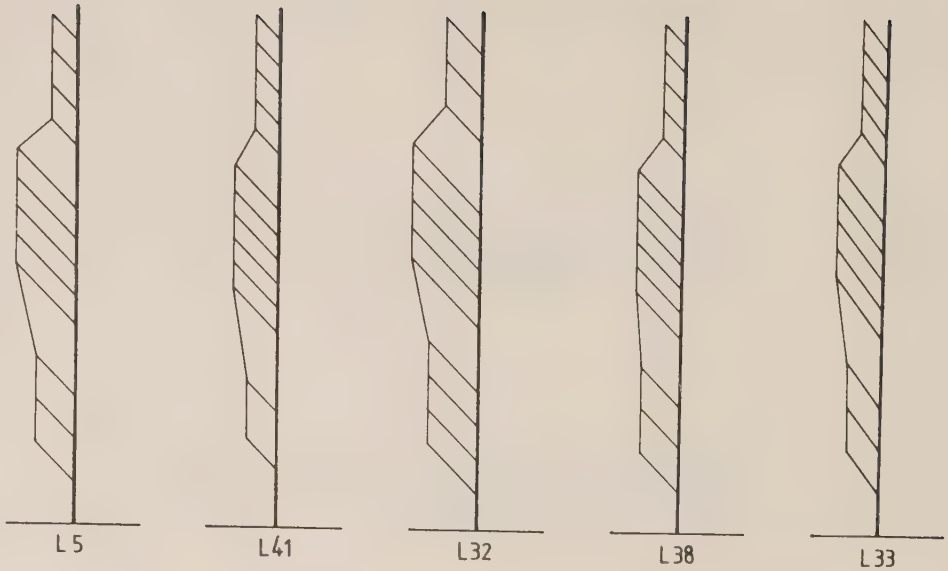


Abb. 62: Typisierung der Morphologie der einzelnen Provenienzen: Typ I
(Erläuterungen im Text)

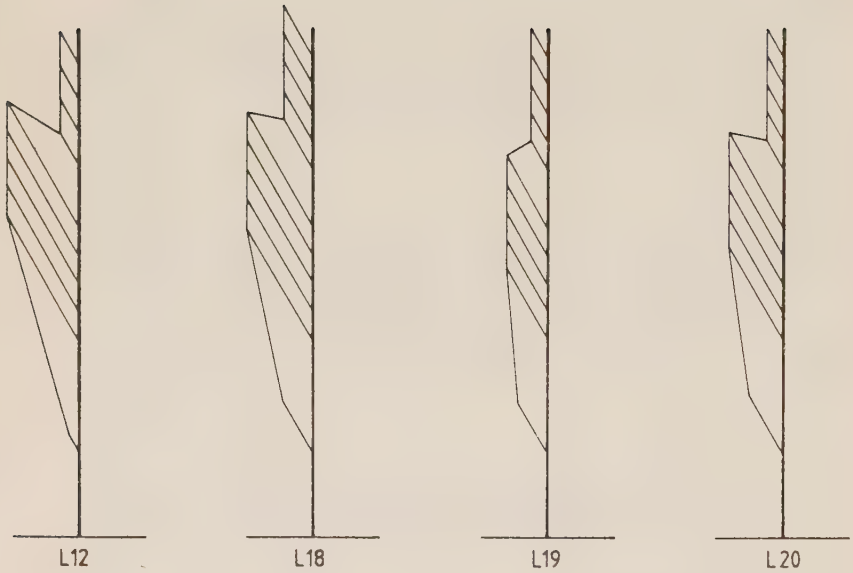


Abb. 63: Typisierung der Morphologie der einzelnen Provenienzen: Typ II (Erläuterungen im Text)

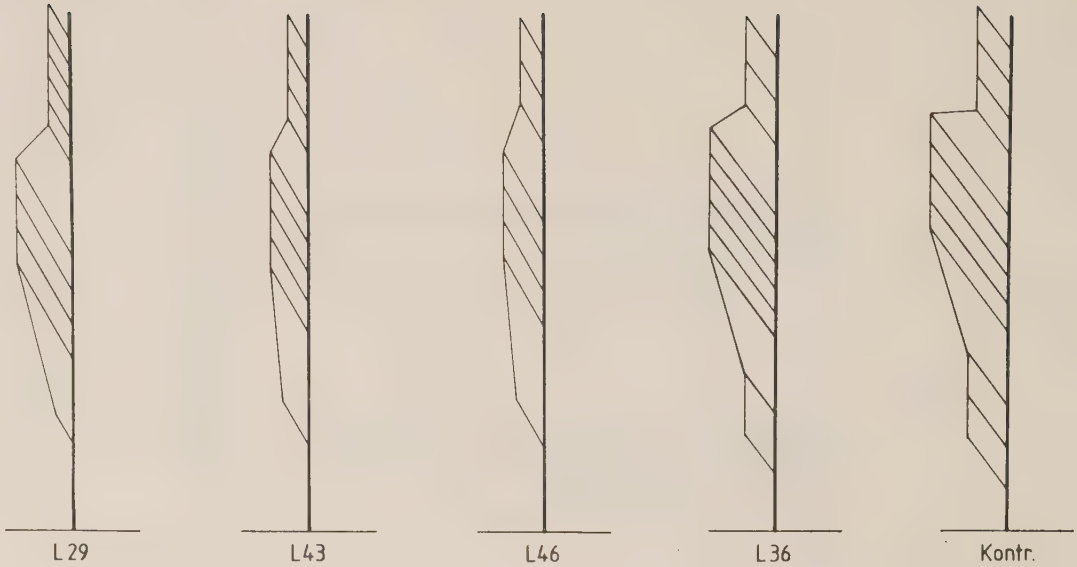


Abb. 64: Typisierung der Morphologie der einzelnen Provenienzen: Typ II
(Erläuterungen im Text)

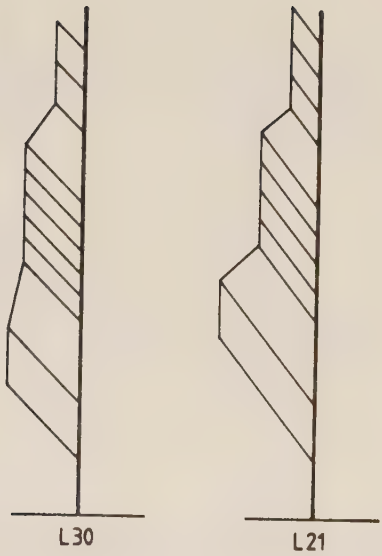


Abb. 65: Typisierung der Morphologie:
Typ III, (Erläuterungen im Text)

Zu diesen drei Typen analog fanden sich im Gelände folgende Knospenverhältnisse: Wir zählten auf den Versuchsfeldern von jeder Provenienz die beiden in Abb. 1 dargestellten Knospenformen (Leittriebknospe und Zwieselknospe) aus und fanden für jede Provenienz eine spezifische Verhältniszahl zwischen Leittriebknospe und Zwieselknospe. Aufgrund dieser Auszählungen konnten wir drei Gruppen von Provenienzen unterscheiden:

1. Diejenigen Provenienzen, bei denen weniger als 1/4 des Gesamtkollektivs dem Zwieselknospentyp entsprechen.

2. Diejenigen Provenienzen, bei denen zwischen 25% und 75% des Gesamtkollektivs dem Zwieselknospentyp entsprechen.

3. Diejenigen Provenienzen, bei denen wenigstens 75% des Gesamtkollektivs dem Zwieselknospentyp entsprechen.

Zum Typ 1 zählen:	L 38	mit	13%	Zwieselknospen
	L 41	"	15%	"
	L 5	"	21%	"
Zum Typ 2 zählen:	L 33	mit	45%	Zwieselknospen
	L 36	"	53%	"
	L 3o	"	57%	"
	L 43	"	6o%	"
	L 32	"	61%	"
	Kon.	"	73%	"
Zum Typ 3 zählen:	L 12	mit	75%	Zwieselknospen
	L 19	"	78%	"
	L 21	"	81%	"
	L 18	"	85%	"
	L 46	"	89%	"
	L 2o	"	92%	"
	L 29	"	93%	"

Unter Würdigung aller numerischen und graphischen Auswertungen sowohl der Idio- und Morphogramme als auch der vorausgegangenen phänologischen Befunde der Spätfrostfolgen und der mit ihnen verbundenen unterschiedlichen Ausbildung der Blattmasse konnten wir eine Reihenfolge von Provenienzen festlegen, an deren erster Stelle die positivst zu bewertende und an deren letzter Stelle die am negativsten zu bewertende Provenienz steht. Diese Reihenfolge ist folgende:

Nr. 1	L 38
Nr. 2	L 36
Nr. 3	L 5
Nr. 4	L 3o
Nr. 5	L 43
Nr. 6	Kont.
Nr. 7	L 41
Nr. 8	L 33
Nr. 9	L 32
Nr. 1o	L 2o
Nr. 11	L 19
Nr. 12	L 21
Nr. 13	L 18
Nr. 14	L 46
Nr. 15	L 12
Nr. 16	L 29

V. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Methoden

1. Insgesamt 15 jugoslawische Buchenprovenienzen mit Einschluß einer bundesrepublikanischen Kontrollprovenienz wurden im Frühjahr 1978 auf den Prüffeldflächen der Freifeldprüfanlage der Forschungsstelle für Experimentelle Landschaftsökologie der Universität Freiburg und eigens in einen im Schauinslandmassiv befindlichen Kaltluftsee bei Freiburg ausgepflanzt, damit einerseits prüffeldspezifische Unterschiede im Bereich der Freifeldprüfanlage und Reaktionen gegenüber der Kälte im Kaltluftsee beobachtet werden konnten.

2. Im Jahre 1978 und 1979 wurden phänologische Aufnahmen an allen Provenienzen durchgeführt, wobei wir ausschließlich das Kriterium des Austriebs der Pflanzen bzw. die Zeitpunkte der Knospenöffnung festhielten. Damit wurde der prozentuale Anteil der ausgezählten ausgetriebenen Pflanzen mit geöffneten Knospen vergleichsweise zum Gesamtkollektiv der Pflanzen aller Provenienzen numerisch und graphisch in Form einer Summenkurve festhalten.

3. Da nach Eintreten eines Spätfrostes die Ausfallprozente auf allen Versuchsflächen interessierten, wurde am Ende der Vegetationsperiode eine Auszählung sowohl im Bereich der Prüffelder der Freifeldprüfanlage als auch im Bereich des Kaltluftsees durchgeführt.

4. Da im Jahre 1979 alle Anbauten einem Spätfrost in der Zeit vom 4. bis 6. Mai ausgesetzt waren, hielten wir die Spätfrostfolgen Ende 1979 fest und verglichen in den einzelnen Kulturen den prozentualen Anteil zwischen den spätfrostgeschädigten und den nicht spätfrostgeschädigten Pflanzen. Wir stellten die Ergebnisse tabellarisch in Form von Absolut- und Relativwerten zusammen und stellten das Ergebnis in Form eines Säulendiagramms dar.

5. Gleichlaufend mit den Feststellungen über die Spätfrostschäden untersuchten wir im Jahre 1979 die aufgrund des Spätfrostes gebildeten Jahreszuwüchse, wobei wir unsere Ergebnisse in drei Klassen einteilten:

   - Höhenzuwüchse von einem Ausmaß von mehr als 8 cm
   - " " " " zwischen 4 und 8 cm
   - " " " " von weniger als 4 cm

   Die Zuwachsmittelwerte, Maximalzuwüchse sowie die Streuung wurden tabellarisch festgehalten und außerdem in Form von Säulendiagrammen dargestellt, aus denen nicht nur die Absolutwerte der mittleren Zuwüchse, sondern auch die Fehler des arithmetischen Mittelwertes hervorgingen. Die Zuwachsklassen wurden hierauf den einzelnen Prüffeldern und dem Versuchsfeld des Kaltluftsees zugeordnet. Außerdem wurden die Zuwüchse den mittleren Blattgewichten zugeordnet und in Form einer Korrelation dargestellt.

6. Um Einzelheiten über die Organographie der untersuchten Pflanzen näher kennenzulernen, wurden zunächst von Repräsentativpflanzen Idiogramme aufgestellt, die Auskunft über Blattgewicht, Blattzahl, Blattoberfläche, Sproßhöhe, Wurzelhalsdurchmesser, Wurzellänge, Wurzelgewicht und Anteil des Feinwurzelgewichts am Wurzelgesamtgewicht geben.

Um einen Vergleich der Organbildung zwischen den einzelnen Provenienzen statistisch festzuhalten, wurde der Mann-Whitney-U-Test angewandt, mit Hilfe dessen eine Rangfolge festgelegt werden konnte, aus der hervorgeht, welche Provenienzen mit überdurchschnittlich großen, mit mittleren und mit überdurchschnittlich kleinen Organbildungen ausgestattet sind.

7. Um morphologische Einzelheiten aller Provenienzen in Erfahrung zu bringen, wurden Morphogramme graphisch und tabellarisch dargestellt: Ihre Daten geben Auskunft über die Anzahl der Äste I. Ordnung, die mittlere Astlänge I. Ordnung, die Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung, die Länge der verzweigten Äste I. Ordnung, die Anzahl der Äste II. Ordnung, die Länge der Äste II. Ordnung, den mittleren Astwinkel, das Verhältnis zwischen Anzahl der Äste I. Ordnung und der Anzahl der verzweigten Äste I. Ordnung, das Verhältnis der Länge der Äste II. Ordnung und der Länge der Äste I. Ordnung sowie das Verhältnis zwischen der Länge des Gipfeltriebes und der Länge des nächst tiefer gelegenen Seitentriebs. Diese Daten wurden in den Computer eingegeben und mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Testes statistisch abgesichert, so daß Einsichten in die unterschiedliche Wertmorphologie aller Provenienzen möglich wurden. Am Ende unserer morphometrischen Bemühungen konnten wir drei verschiedene morphologische Typen unterscheiden:

A. Schaftbildender Leittriebtyp mit weitgehend gleichmäßig entlang dem Schaft verteilten, relativ stumpfwinkligen Ästen. Zu diesem Typ zählen die Provenienzen L 5, L 41, L 32, L 38 und L 33.

B. Strauchtyp mit keineswegs eindeutiger Leittriebbildung, weil einzelne höchst insertierte Seitenäste den Leittrieb

überwuchsen. Dieser Strauchtyp zeichnet sich dadurch aus, daß die Mehrzahl der Äste auf der oberen Hälfte des Schaftes insertiert sind, wobei der tiefst insertierte Seitenast noch verhältnismäßig kurz ausgebildet ist. Der Typ zeichnet sich durch einen sehr steilen Astwinkel aus. Zu diesem Typ zählen die Provenienzen L 12, L 18, L 19, L 2o, L 29, L 43, L 46, L 36 und die Kontrollprovenienz.

C. Strauchtyp mit ähnlicher Schaft- und Astbildung wie Typ B, nur mit dem Unterschied, daß dieser Typ C nicht so spitzwinklig ist wie Typ B. Der Strauchtyp C zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß die zutiefst insertierten Seitenäste maximale Längen aufweisen. Zu diesem Typ zählen die Provenienzen L 21 und L 3o.

8. Im Zusammenhang mit der deskriptiven Morphometrie und ihrer statistischen Absicherung mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Testes wurde auf jedem Versuchsfeld der prozentuale Anteil der Zwieselknospen vergleichsweise zu den nicht verzweigten Knospen des gesamten Kollektivs ausgezählt, um herauszufinden, welche Provenienz mehr oder weniger zur Zwieselknospenbildung und daher zur Bildung eines Strauchtyps neigt. Auch hier ließ sich eine Typenbildung vornehmen:

Typ 1 mit der geringsten Anzahl an Zwieselknospen
Typ 2 mit einer mittleren Anzahl an Zwieselknospen
Typ 3 mit einer maximalen Anzahl an Zwieselknospen

Zum Typ 1 zählen die Provenienzen L 5, L 38 und L 45
Zum Typ 2 zählen die Provenienzen L 33, L 36, L 3o, L 43, L 32 und die Kontrollprovenienz
Zum Typ 3 zählen die Provenienzen L 12, L 18, L 19, L 2o, L 21 L 29 und L 46

2. Ergebnisse bei den einzelnen Provenienzen zur Beurteilung der Anbaufähigkeit in der Bundesrepublik

A. Provenienzen, die sich durch weitgehend bessere Eigenschaften auszeichnen.

Provenienz L 38

1. Phänologie

Den phänologischen Aufnahmen nach war der Vegetationsbeginn vergleichsweise zu allen anderen Provenienzen der späteste. Er fing im Durchschnitt erst zwei Wochen später als alle anderen Provenienzen zu treiben an.

2. Ausfallquote

Die Provenienz L 38 gehört zu denjenigen, welche die wenigsten Ausfälle mit 7% aufwies. In dieser Hinsicht schneidet sie besser ab als die Kontrollprovenienz, bei der 3 mal soviel Ausfälle zu verzeichnen waren.

3. Spätfrostfolgen

Die Provenienz blieb vom Spätfrost 1979 weitgehend völlig verschont.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Etwas größere Ausfälle, vergleichsweise zu den Ausfällen auf den anderen Prüffeldern, wo nur 4% aller Pflanzen eingingen. Der Zuwachs liegt über dem des Naßfeldes, das ansonsten nebem dem Kaltluftsee am meistem auf den Zuwachs belastend wirkt. Ansonsten keinerlei nennenswerte Beeinträchtigungen.

5. Zuwachsleistung

Sie wies im Ganzen höchste Zuwüchse auf und leistete im Vergleich zur bundesrepublikanischen Kontrolle einen doppelten Zuwachs.

6. Organbildung

Die Organe dieser Provenienz waren mit Abstand am stärksten ausgebildet.

7. Morphologische Veranlagung

Beste wertmorphologische Eigenschaften ohne jegliche Neigung zur Zwieselbildung. Die Provenienz zeichnet sich auch durch beste Schaftform und Leittriebbildung aus.

Provenienz L 36

1. Phänologie

Die Provenienz steht gegenüber der Provenienz L 38 im Hinblick auf den Austriebsbeginn der Provenienz L 38 nur wenig nach. Etwas verspäteter Austriebsbeginn um 2 - 3 Tage.

2. Ausfallquote

Mit nur 13 Ausfällen von insgesamt 5oo Pflanzen erwies sich diese Provenienz als außerordentlich vital.

3. Überstehung der Spätfrostfolgen

Der Spätfrost 1979 hat diese Provenienz am wenigsten getroffen. Nur 2% des Kollektivs fiel infolge Spätfrostschädigung aus.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Sie läßt keine trockenfeldspezifische Beeinträchtigung erkennen. Mit nur 2 Ausfällen liegt sie in der Spitzengruppe. Desgleichen auch im Hinblick auf die Zuwachsleistung und Blattmassenbildung. Bedeutsam ist, daß sie auf dem extrem trockenen Standort des Steinfeldes in keiner Weise gelitten hatte. Sie kann durchaus versuchsweise später auf Trockenstandorten geprüft und ggf. später angebaut werden.

5. Zuwachsleistung

Im Hinblick auf den hohen Zuwachs stand diese Provenienz gegenüber L 38 kaum nach. Der höhere Zuwachs war lediglich im Mittel um 9,24 cm niedriger.

6. Organbildung

Die Organbildung war etwas schwächer ausgebildet als bei L 38.

7. Morphologische Veranlagung

Die Morphologie dieser Provenienz war nicht überdurchschnittlich. Es konnte an ihr jedoch eine nicht allzu häufige Zwieselbildung festgestellt werden.

Provenienz L 5

1. Phänologie

Vergleichsweise zur Provenienz L 38 und L 36 war ihr Austrieb 5 - 6 Tage später.

2. Ausfallquoten

Es konnten lediglich 18 Ausfälle bei einem Kollektiv von 5oo Pflanzen festgestellt werden, was Anlaß dazu gibt, diese Provenienz recht positiv einzustufen.

3. Spätfrostfolgen

Der Anteil der Frostschädigungen ist etwa genauso gering wie bei den vorausgegangenen Provenienzen (L 38 und L 36).

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Nur 4 Ausfälle. Verglichen mit anderen Provenienzen ist hier der Ausfall besonders niedrig. Im Hinblick auf Zuwachsleistungen und Blattmassenbildung keine sonderlichen Beeinträchtigungen.

5. Zuwachsleistungen

Hier steht diese Provenienz an 4. Stelle und zeigt aber im Vergleich zur Kontrollprovenienz eine im Mittel höhere Leistung.

6. Organbildung

Im Hinblick auf die Organbildung konnte sie in den 6. Rang eingestuft werden und zählt damit noch zur oberen Gruppe.

7. Morphologische Veranlagung

Die wertmorphologischen Eigenschaften sind vorzüglich. Sie stehen an 2. Stelle. Auch die Zahl der Zwieselknospen ist außerordentlich gering.

B. Provenienzen, deren Leistungen etwa auf der Höhe der bundesrepublikanischen Kontrollprovenienz liegen.

Provenienz L 3o

1. Phänologie

Gegenüber der Spitzengruppe (L 38, L 36 und L 5) kann ihr phänologisches Verhalten nur als mittelmäßig erachtet werden. Sie trieb im Mittel vergleichsweise zur L 38 zweieinhalb Wochen später aus.

2. Ausfallquoten

Diese Provenienz ist mit Abstand die vitalste, was die Höhe der Ausfallquoten anbetrifft. Die Ausfallquote umfaßt lediglich 6 Pflanzen, also 1% des untersuchten Gesamtkollektivs.

3. Spätfrostfolgen

Dadurch, daß diese Provenienz vergleichsweise zur Spitzengruppe deutlich später austreibt, wurden die bereits ausgetriebenen Blätter beim Spätfrost 1979 entsprechend stark getroffen.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Vitales Verhalten, weil neben dem Steinfeld auch auf allen anderen Prüffeldern keine Ausfälle festzustellen waren. Jedoch vergleichsweise zu L 38, L 36 und L 5 ist die Provenienz mit ungünstiger Phänologie behaftet, so daß regelmäßige Spätfrostschäden zu erwarten sind.

5. Zuwachsleistung

Hier konnte die Provenienz an 6. Stelle eingestuft werden.

6. Organbildung

Die Organbildungen waren befriedigend. Die Provenienz konnte an 4. Stelle eingestuft werden.

7. Morphologische Veranlagung

Die Wertmorphologie muß als mittelmäßig angesehen werden. Sie konnte an 6. Stelle eingestuft werden.

Provenienz L 43

1. Phänologie

Die Phänologie ist relativ befriedigend. Der Austrieb ist in etwa mit dem von L 36 und L 5 gleichzusetzen.

2. Ausfallquoten

Die Ausfallquote deutet auf keine überdurchschnittliche Vitalität hin. Sie liegt etwa in der gleichen Höhe wie bei der Kontrollprovenienz.

3. Spätfrostfolgen

Die Spätfrostfolgen von 1979 waren unbedeutend. Nur 6% aller Pflanzen wurden beschädigt.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Ausfälle von 25% des Kollektivs sind relativ hoch. Vom Zuwachs und der Blattmenge her lassen sich jedoch keine eindeutigen Hinweise auf extreme Trockenresistenz ableiten.

5. Zuwachsleistungen

Im Hinblick auf den Zuwachs auf allen Prüffeldern kann die Provenienz als relativ gutwüchsig angesprochen werden.

6. Organbildung

Sie ist mittelmäßig. In dieser Hinsicht konnte die Provenienz an 7. Stelle eingestuft werden.

7. Morphologische Veranlagung

Auch die wertmorphologischen Eigenschaften waren mittelmäßig. (Auch hier Einstufung an 7. Stelle). Der Anteil an Zwieselknospen ist ebenso als mittelmäßig zu beurteilen.

Kontrollprovenienz

1. Phänologie

Im Hinblick auf das Austreiben zeichnet sich diese Provenienz als mittelmäßig aus. Sie wurde an 6. Stelle eingestuft. Ihr Austriebsbeginn vergleichsweise zur spätesttreibenden Provenienz L 38 war 1o Tage früher.

2. Ausfallquote

Mittlere Ausfallquote von 21%.

3. Spätfrostfolgen

Mittlere Beschädigungsquote von 15% (an 7. Stelle eingestuft).

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Die Ausfallquote (19%) ist in etwa genauso hoch wie auf allen anderen Prüffeldern. Im Provenienzvergleich liegt diese Ausfallquote im mittleren Bereich an 7. Stelle. Zuwachsleistung und entsprechende Blattmengen erlauben keine Aussagen über eine erhöhte Trockenempfindlichkeit.

5. Zuwachsleistung

Mittlere Zuwachsleistung auf allen Prüffeldern (an 7. Stelle eingestuft).

6. Organbildung

Sie war überdurchschnittlich (an 3. Stelle eingestuft).

7. Morphologische Veranlagung

Die wertmorphologischen Eigenschaften waren vergleichsweise zur Spitzengruppe mäßig, was auch im Hinblick auf den Anteil an Zwieselknospen gesagt werden muß.

Provenienz L 41

1. Phänologie

Diese Provenienz ist im Hinblick auf die Phänologie der Kontrollprovenienz gleichzustellen und kann in die Gruppe der mittleren Frühaustreiber eingestuft werden.

2. Ausfallquote

Die Ausfallquote dieser Provenienz war insofern tragbar, als sie noch besser abschnitt als die Kontrollprovenienz.

3. Spätfrostfolgen

Sie waren relativ hoch und die Ausfälle betrugen 19% des Kollektivs.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Die Ausfallquote ist gering. Blattmassenbildung deutet auf keine besondere Beeinträchtigung infolge der ökologischen Belastung durch das Steinfeld hin. Zuwachs ist etwas stärker ausgebildet als auf den anderen Prüffeldern.

5. Zuwachsleistungen

Sie zählt zur Gruppe von mittleren Zuwüchsen, wobei dem hinzuzufügen ist, daß ihre Zuwüchse etwas geringer waren als die der Kontrollprovenienz.

6. Organbildung

Im Hinblick auf die Organbildung nimmt sie ebenfalls eine Mittelstellung der mittleren Gruppe ein.

7. Morphologische Veranlagung

Im Hinblick auf die wertmorphologischen Leistungen könnte diese Provenienz in die Spitzengruppe eingeordnet werden, wenn nicht die phänologischen Leistungen, die Ausfallquote, die Zuwüchse und die Organbildung als mittelmäßig bezeichnet werden müßten. Neben den vorzüglichen morphologischen Eigenschaften wies sie auch nur äußerst wenige Zwieselknospen im Gesamtkollektiv auf (15%), was darauf hindeutet, daß diese Provenienz zu einer eindeutigen Leittriebbildung neigt.

Provenienz L 33

1. Phänologie

Die Provenienz kann noch als frühtreibend bezeichnet werden und ist in dieser Hinsicht an 3. Stelle eingestuft.

2. Ausfallquote

Die Ausfallquote ist recht gering, was daran zu erkennen ist, daß nur 6% aller Pflanzen ausgefallen sind.

3. Spätfrostfolgen

In dieser Hinsicht ist die Provenienz eher als negativ zu beuerteilen, weil 19% des Gesamtkollektivs durch Spätfrost geschädigt waren.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Ihre größten Verluste hat diese Provenienz vergleichsweise zu allen anderen Prüffeldern auf dem Steinfeld zu verzeichnen.

5. Zuwachsleistungen

Der Zuwachs muß als relativ gering bezeichnet werden. Die Einstufung erfolgte an 9. Stelle.

6. Organbildung

Die Organbildung erfolgte in ähnlichem Maße wie die Zuwachsleistung. Die Provenienz wurde an 8. Stelle eingestuft.

7. Morphologische Veranlagung

Im Vergleich zum phänologischen Verhalten, der Höhe der Ausfallquoten, der Spätfrostfolgen, Zuwachsleistung und Organbildung schneidet diese Provenienz wesentlich besser auf dem Gebiet der morphologischen Eigenschaften ab. Sie konnte in der Reihenfolge an 4. Stelle eingestuft werden. Auch die Zwieselknospenbildung war relativ gering.

C. Provenienzen mit unterdurchschnittlichen Leistungen

Provenienz L 32

1. Phänologie

Sie zeichnete sich im Hinblick auf den Treibbeginn im Frühjahr als sehr frühtreibend aus und ist in dieser Hin-

sicht mit L 29 gleichzustellen. Man muß sie in die Reihe der spätfrostgefährdeten Provenienzen einstufen.

2. Ausfallquote

Ihre Vitalität ist immerhin noch so stark, daß die Ausfallquote relativ gering ausfiel (Einstufung an 5. Stelle).

3. Spätfrostfolgen

Der Spätfrost 1979 hat der Provenienz am stärksten geschadet (die Beschädigungsquote betrug 74% des Gesamtkollektivs).

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Zwar äußerst befriedigend kleine Ausfallquote. Ebenso befriedigende Zuwachsleistung und Blattmassenbildung.

5. Zuwachsleistungen

Da der Spätfrost zu stark geschadet hatte, konnte der mittlere Höhenzuwachs nur gering ausfallen. Er fiel jedoch etwas geringer aus als bei der Kontrollprovenienz.

6. Organbildung

Die Organbildung ist bei dieser Provenienz als überdurchschnittlich stark anzusehen (Einstufung an 2. Stelle).

7. Morphologische Veranlagung

Die Provenienz zeigt sehr schlechte wertmorphologische Eigenschaften und ist dem Strauchtyp zuzuordnen. Außerdem ist die Zahl der ausgezählten Zwieselknospen sehr hoch.

Provenienz L 2o

1. Phänologie

Sie muß in die Gruppe der "mittleren" Austreiber eingestuft werden. Ihr Austriebsbeginn war 2 Wochen später als der der frühestaustreibenden Provenienz L 29 und 1o Tage früher als der der spätaustreibenden Provenienz.

2. Ausfallquote

Die Ausfallquote war besonders hoch. Sie mußte in die zweitletzte Stufe eingeordnet werden.

3. Spätfrostfolgen

Die Provenienz zeigte die höchsten Beschädigungen infolge des Spätfrostes 1979.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Zuwachsleistung und Blattmassenbildung sind mittelmäßig, so daß keine besondere Trockenresistenz festgestellt werden kann.

5. Zuwachsleistungen

Der Zuwachs ist auf allen Prüffeldern im Mittel gering. Die Zuwachsleistung mußte an 1o. Stelle eingestuft werden.

6. Organbildung

Die Organbildungen waren mit die schwächsten vergleichsweise zu allen anderen Provenienzen.

7. Morphologische Veranlagung

Die wertmorphologischen Eigenschaften waren ebenso gering

wie die Organbildungen. Daß 92% aller ausgezählten Knospen Zwieselknospen waren, deutet darauf hin, daß auch beim weiteren Wachstum mit einer strauchartigen Ausbildung der Provenienz zu rechnen sein wird.

Provenienz L 19

1. Phänologie

   Im Hinblick auf das phänologische Verhalten kann das gleiche ausgesagt werden, wie bei Provenienz L 2o.

2. Ausfallquote

   Im Hinblick auf die Höhe der Ausfallquote kann ebenfalls gleiches ausgesagt werden, wie bei Provenienz L 2o.

3. Spätfrostfolgen

   Im Hinblick auf die Höhe des Beschädigungsgrades nach dem Spätfrost 1979 kann das gleiche festgehalten werden wie bei der Provenienz L 2o.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

   Verglichen mit den anderen Provenienzen ist die Ausfallquote von 29% besonders hoch.

5. Zuwachsleistungen

   Sie waren außerordentlich gering.

6. Organbildung

   Die Bildung aller Organe war außerordentlich schwach. Die Provenienz mußte an drittletzter Stelle eingestuft werden.

7. Morphologische Veranlagung

Die wertmorphologischen Eigenschaften sind besser zu beurteilen als die Organbildungen. Doch die Zwieselknospenauszählung ergab, daß diese Provenienz eine äußerst negativ zu beurteilende Morphologie entwickeln wird. 78% aller Knospen sind Zwieselknospen. Im Hinblick auf die Morphologie mußte diese Provenienz an 1o. Stelle eingestuft werden.

Provenienz L 21

1. Phänologie

Im Hinblick auf die Phänologie muß sie in die mittlere Gruppe eingestuft werden und treibt ein wenig später als die Kontrollprovenienz aus.

2. Ausfallquote

Die Provenienz wies die höchste Ausfallquote aller Provenienzen auf mit 39% des Gesamtkollektivs.

3. Spätfrostfolgen

Der Spätfrost 1979 verursachte nur mittlere Schäden. Infolgedessen konnte sie an 5. Stelle eingestuft werden.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Beinahe 2/3 der Pflanzen sind im Steinfeld ausgefallen, d.h. doppelt so viele als auf allen anderen Prüffeldern.

5. Zuwachsleistungen

Der Zuwachs war äußerst gering. Einstufung an 14. Stelle.

6. Organbildung

Ebenso negative Beurteilung der Organbildung wie beim Zuwachs (Einstufung an 11. Stelle).

7. Morphologische Veranlagung

Die wertmorphologischen Eigenschaften sind ein wenig besser zu beurteilen als die festgestellten Organbildungen (Einstufung an 6. Stelle).

Provenienz L 18

1. Phänologie

Das phänologische Verhalten zeigte, daß die Provenienz in die Gruppe des mittleren Austriebs einzuordnen ist.

2. Ausfallquote

Die Ausfallquote war sehr hoch. Einstufung an 14. Stelle.

3. Spätfrostfolgen

Sie ist nicht ganz so erheblich wie die Ausfallquote (Einstufung an 8. Stelle).

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Höchste Ausfallquote (7o%). Auch nur geringste Zuwüchse.

5. Zuwachsleistungen

Äußerst geringer Zuwachs auf allen anderen Prüffeldern. Einstufung an 13. Stelle.

6. Organbildung

Die Organbildung war am allerschwächsten. Einstufung an

letzter Stelle aller untersuchten Provenienzen.

7. Morphologische Veranlagung

Ebenso schlechte wertmorphologische Beurteilung wie die Organbildung (Einstufung an 13. Stelle).

Provenienz L 46

1. Phänologie

Gleicher Triebbeginn wie L 18, L 19, L 2o, L 21.

2. Ausfallquote

Hohe Ausfälle. Einstufung in den 11. Rang.

3. Spätfrostfolgen

11% aller Pflanzen waren spätfrostbeschädigt, was einem mittleren Schaden entspricht.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Nicht ganz so gravierende Ausfälle. Doch bemerkenswerte Zuwachsverminderungen.

5. Zuwachsleistungen

Äußerst mäßige Zuwachsleistungen auf allen Prüffeldern. Einstufung an 12. Stelle.

6. Organbildung

Mäßige Organbildung. Einstufung an 15. Stelle.

7. Morphologische Veranlagung

Wertmorphologisch schlecht veranlagt. Hohe Zwieselknospenbildung. Einstufung an 14. Stelle.

Provenienz L 12

1. Phänologie

Gleicher Triebbeginn wie L 2o, L 19, L 18, L 21 und L 46.

2. Ausfallquote

Äußerst hohe Ausfälle. Einstufung an 12. Stelle.

3. Spätfrostfolgen

Einstufung der Spätfrostbeschädigung an 1o. Stelle.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Die Ausfallquote von 35% ist äußerst hoch.

5. Zuwachsleistungen

Der Zuwachs ist auf allen Prüffeldern sehr gering. Die Einstufung erfolgt an vorletzter Stelle.

6. Organbildung

Schwächste Organbildung. Die Einstufung erfolgt an letzter Stelle.

7. Morphologische Veranlagung

Schlechte wertmorphologische Veranlagung. Einstufung an 9.Stelle. Hohe Zwieselknospenbildung, da nur jede 4. Pflanze zwieselknospenfrei blieb.

Provenienz L 29

1. Phänologie

In phänologischer Hinsicht ist diese Provenienz als die ungünstigste anzusehen. Einstufung an letzter Stelle. Sie trieb vergleichsweise zum Extremspättreiber L 38 zwanzig Tage früher aus.

2. Ausfallquote

Mit einer mittleren Ausfallquote konnte diese Provenienz an 7. Stelle eingestuft werden.

3. Spätfrostfolgen

Höchste Beschädigungsquote nach dem Spätfrost 1979 mit 71% des Gesamtkollektivs.

4. Verhalten auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes

Unterdurchschnittlicher Ausfall, der aber nicht dazu berechtigt, die Provenienz als besonders trockenresistent anzusehen.

5. Zuwachsleistungen

Geringwüchsigste Provenienz. Einstufung an 7. Stelle.

6. Organbildung

Äußerst schwache Organbildung. Einstufung an 11. Stelle.

7. Morphologische Veranlagung

Äußerst geringe wertmorphologische Eigenschaften mit enorm hoher Zwieselknospenbildung. 93% (!) aller ausgezählten Knospen waren Zwieselknospen.

V. Besprechung der Ergebnisse

Der Anlaß zur vorliegenden Untersuchung war ein Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, um die Frage zu überprüfen, ob eingeführtes slowenisches Buchensaatgut von bekannter Herkunft in der Bundesrepublik Deutschland anbaufähig sei.

Die Beantwortung einer solchen Frage ist heute insofern aktuell, als in der Bundesrepublik Buchensaatgut in kaum mehr nennenswertem Ausmaß gewonnen werden kann und man daher veranlaßt ist, unter Berufung auf § 1o a des Gesetzes über das forstliche Saat- und Pflanzgut alljährlich große Mengen aus dem Ausland einzuführen, wobei bei der Einfuhr die südosteuropäischen Länder bevorzugt werden.

Schon seit längerer Zeit fiel in den verschiedenen bundesrepublikanischen Baumschulen, die dieses Saatgut aussäen und aufziehen, auf, daß sich bereits im Verschulbeet die Pflanzen sehr verschieden entwickeln und gegenüber verschiedenen ökologischen Faktoren verschieden verhalten. Aus diesem Grund wollte man diesen Fragen genauer nachgehen und unterzog die oben erwähnten 15 slowenischen Buchenprovenienzen einer genaueren experimentell ökologischen Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung ihres Verhaltens gegenüber belastendem Frost, der vor allem im Bereich des Anbaufeldes unseres Kaltluftsees studiert werden konnte. Außerdem erstreckte sich das Interesse auf die belastende Trockenheit, welche insbesondere auf dem Steinfeld der Freifeldprüfanlage studiert werden konnte.

Daß Unterschiede im jeweiligen Verhalten zu erwarten waren, geht bereits aus den im Eingangskapitel erwähnten früheren

Untersuchungen von ENGLER, RODENWALD, ROHMEDER, ELLENBERG und KRAHL-URBAN hervor, denen sich später auch andere Autoren anschlossen, wie MUHLE-KAPPICH und andere.
Die Unterschiede bei unseren 15 untersuchten Provenienzen traten bereits bei der ersten phänologischen Aufnahme in Erscheinung, bei denen insbesondere bedeutsame Verschiedenheiten beim Triebbeginn und Triebende der Pflanzen beobachtet werden konnten. Doch diese erste phänologische Aufnahme konnte nur als eine erste orientierende Voruntersuchung gewertet werden, da die Pflanzen unmittelbar nach ihrer Verpflanzung und auch unmittelbar nach ihrem Lufttransport von Slowenien nach Freiburg aufgenommen worden sind und ein Verpflanzungsschock in Rechnung gestellt werden mußte.

Im Prinzip erbrachte jedoch auch diese unvollkommene Aufnahme das zutreffende phänologische Bild, da die im darauffolgenden Jahr erfolgten Aufnahmen als Versuchswiederholungen nahezu das gleiche Ergebnis erbrachten wie im Vorjahr.

Wie wichtig das phänologische Verhalten jeder einzelnen Provenienz ist, konnten wir an den Ergebnissen der Folgen des Spätfrostes im Mai 1979 ersehen: Die ausgeprägten Frühtreiber wurden von diesem Spätfrost mehr oder minder stark getroffen, während die Spättreiber von ihm völlig verschont blieben.

Ob diese Spätfrostschädigungen kausal für die ermittelten Ausfallquoten verantwortlich sind, ließ sich nicht nachweisen. Die meisten Ausfälle waren bei einer Gruppe von Provenienzen zu verzeichnen, die in der Tat nur mäßig vom Spätfrost betroffen waren, während die eigentlich vom Spätfrost befallenen Provenienzen nur durchschnittliche Aus-

fälle aufwiesen.

Hingegen konnte ein Einfluß des Spätfrostes auf das Zustandekommen der Jahreszuwüchse nachgewiesen werden. Da zwischen Zuwachs und Blattmenge ein Korrelationswert von o,91 gefunden worden war, ist zu ersehen, daß bei Provenienzen, deren Blattwerk unter Spätfrostfolgen zu leiden hatten, auch niedrigerer Zuwüchse gebildet wurden. Dies trifft bei den vom Frost am meisten betroffenen Provenienzen (L 29 und L 32) besonders zu.

Zuwachs und Blattmengen stehen in einer eindeutigen korrelativen Beziehung. Der hohe Korrelationskoeffizient von o,91 deutet darauf hin, daß die am stärksten beblätterten Provenienzen auch diejenigen waren, die auch die höchsten Zuwüchse aufwiesen. Im Verlaufe der Untersuchungen konnte zusätzlich nachgewiesen werden, daß ein ebenso deutlicher Zusammenhang zwischen Zuwachs, Beblätterung und den Spätfrostfolgen festgestellt werden konnte, wobei jedoch einige Ausnahmen zu erkennen sind, die von den Provenienzen stammen, die sich von Natur aus durch eine schwache Beblätterung auszeichneten.

Wir versuchten die Organbildung und die morphologische Veranlagung mit Hilfe von Idiogrammen und Morphogrammen festzuhalten. Zumal wir uns hier nur auf die Untersuchung von Repräsentativpflanzen stützen konnten, mußten wir den Vergleich der verschiedenen Kriterien mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Testes statistisch absichern. Da bei den früheren Buchenprovenienzuntersuchungen (KRAHL-URBAN u.a.) meist nur deskriptiv gearbeitet wurde, hebt sich unsere Untersuchung von diesen früheren Methoden ab.

Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß das Ergebnis der Organbildung und der morphologischen Veranlagung

nicht ausschließlich auf die ökologische Einwirkung der Prüffelder und des Kaltluftsees zurückzuführen ist, da bedacht werden muß, daß wir es mit bereits fünfjährigen Pflanzen zu tun hatten, die inzwischen drei Jahre auf ihrem Verschulbeet in der Bundesrepublik standen und daher weder ihre organographische Ausbildung noch ihren morphologischen Habitus wesentlich verändern konnten.

Auf der anderen Seite muß darauf hingewiesen werden, daß ein enger Zusammenhang zwischen Morphologie und Knospenbildung besteht, der besonders gut bei der Buche festgestellt werden kann. Von der Knospenbildung läßt sich bei unseren untersuchten Provenienzen sagen, daß sie sich eindeutig in der Bundesrepublik entwickelt hatte und hierdurch entsprechend Anpassungsphänomene untersucht werden konnten. Dabei konnte - wie auch durch frühere Autoren bestätigt - festgestellt werden, daß Leittriebknospen mehr oder minder deutlich zu schaftbildenden Typen führen und Zwieselknospen zu Strauchtypen. Es kann in gewisser Hinsicht angenommen werden, daß, wenn wir Saatgut hätten erhalten können, vermutlich gleiche oder zumindest ähnliche morphologische Typen gefunden worden wären wie bei dem importierten Pflanzgut, da durchaus ein enger Zusammenhang zwischen Knospenausbildung und morphologischer Entwicklung besteht.

In der Schrift von SCHMIDT-VOGT über die Gütebeurteilung von Forstpflanzen wird darauf hingewiesen, daß es eine eingehende morphologische Beschreibung der Buche im Verschulalter bis heute nicht gibt. In der vorliegenden Arbeit wurde nun aufgrund unserer zahlreichen morphologischen Aufnahmen und deren statistischer Auswertung mit dem Mann-Whitney-U-Test eine solche Typisierung versucht, wie in den Abbildungen 62 bis 66 beschrieben worden ist, wobei hierzu zu sagen ist, daß diese Typisierung sich nur auf unsere

insgesmt 15 Provenienzen einschließlich der bundesrepublikanischen Kontrolle beziehen konnte. Es bleibt weiterführenden Untersuchungen vorbehalten, bei anderen Provenienzen festzustellen, ob diese Typisierung haltbar ist oder im Lauf der Zeit noch geändert werden bzw. Verfeinerungen erfahren muß.

Das Hauptergebnis der vorliegenden Untersuchung liegt in einer Vorselektion der importierten Provenienzen, bei denen acht Kriterien geprüft worden sind, die jedoch in ihrer Aussagefähigkeit sehr unterschiedlich zu bewerten sind. Die Kriterien der Phänologie, der Ausfallquoten, der Überstehung der Spätfrostfolgen sowie des Verhaltens auf dem extrem trockenen Boden des Steinfeldes sind für uns ausschlaggebend, da hier Ergebnisse der ökologischen Belastbarkeit unter mitteleuropäischen Verhältnissen festzustellen waren. Den anderen Kriterien (Zuwachsleistung, Organbildung und morphologische Veranlagung) messen wir nicht diese ausschlaggebende Bedeutung zu, weil aus der Praxis des Buchenanbaus bekannt ist, daß eine in jungen Jahren festgestellte Leistung mit zunehmendem Alter sich anders entwickeln kann.

Unter Würdigung dieser für jede einzelne Provenienz aufgestellten Kriterien sind wir der Auffassung, daß es sich lohnen würde, diejenigen Provenienzen, die sich vergleichsweise zur bundesrepublikanischen Kontrolle durch überdurchschnittliche Wuchsleistungen, Kälteresistenz und geringe Ausfallquoten auszeichneten, in einen langjährigen Probeversuch zu nehmen, um ihre weitere Entwicklung verfolgen zu können. Zu diesen Provenienzen zählen L 5, L 36 und L 38. Nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnis kann ihr künftiger Anbau nicht nur zu einer vergleichbaren Leistung mit einheimischen Buchenrpovenienzen, son-

dern darüberhinaus zu einer Verbesserung des bundesrepublikanischen Buchenmaterials führen. Dem ist noch hinzuzufügen, daß von diesen drei Provenienzen L 5, die auf dem steinigen Trockenfeld nur geringe Ausfälle aufwies, eine überragende Resistenzleistung entwickelte. Es wäre zu erwägen, sie in langfristigen Versuchen auf trockenen Standorten zu erproben.

Die mittlere Gruppe L 3o, L 43, L 41 und L 33 kann gegenüber der bundesrepublikanischen Kontrolle als gleichwertig angesehen werden. Beim jetzigen Stand der Erkenntnis bestehen jedenfalls keine Anzeichen dafür, daß diese Provenienzen sonderliche Vor- oder Nachteile gegenüber der einheimischen Buchenprovenienz bieten. Es ist jedenfalls bis heute nicht einzusehen, daß etwa dafür spräche, daß sie das bundesrepublikanische Buchenbestandsmaterial verderben könnten.

Die Provenienzen L 18, L 19, L 2o, L 21, L 29, L 32, L 46 und L 12 müssen unseres Erachtens von jeglichem Anbau in der Bundesrepublik ausgeschlossen bleiben, da sie bereits heute im siebenjährigen Alter derartig negative Ergebnisse (extrem früher Austrieb mit der Gefahr einer alljährlichen Spätfrostschädigung, hohe Ausfallquote, weitgehendes Verkümmern nach dem Spätfrostjahr 1979, unbedeutender Zuwachs, schwache Organbildung und schlechte morphologische Veranlagung mit hoher Zwieselknospenbildung) zeigten, daß ihr Anbau unseres Erachtens in der Bundesrepublik nicht in Frage kommen kann.

Die vorliegende Studie bietet ein Beispiel dafür, wie auf dem Wege experimentell ökologischer Prüfungen aus einer Vielzahl von Provenienzen versuchssparende Vorselektionen durchgeführt werden können, um aussagefähige langfristige Versuchsanbauten einzuleiten, dies um so mehr, als sich herausgestellt hatte, daß von den 15 untersuchten Provenienzen 8 sich bereits für den Anbau in der Bundesrepublik als untauglich erwiesen hatten.

VI. Angeführte und benützte Literatur

AL-KAWAZ, S.S.: Morphometrische Wurzeluntersuchungen in Fichtenreinbeständen und in Mischbeständen von Fichte und Erle, Dissertation der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg, 1978

BAADER, G.: Die Entwicklung der Buchenjährlinge, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 101, 1925, S. 423 ff

BARNER, J.: Die Verwendung von Schattenpflanzen auf Freilandkulturen, im Manuskript vervielfältigt, Freiburg 1947

BARNER, J.: Eine Freifeldprüfanlage als waldbauliches Laboratorium mit einstellbaren Wasserhaushaltsbedingungen zur Klärung experimentell ökologischer Fragen, Habilitationsschrift der Forstwissenschaftlichen Fakultät Freiburg, 1956

BARNER, J.: Experimentelle Ökologie des Kulturpflanzenanbaus, Verlag Paul Parey, Hamburg 1965

BARNER, J.: Der Wald - Begründung, Aufbau und Erhaltung, Vieweg 1967

BARNER, J. und MIKLAVZIC, J.: Grundlagenforschung für den Aufbau von Holzplantagen in Slowenien,

Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Bd 139, 1968, S. 146 - 148

BORCHERS, K.: Die Verjüngung der Buchenaltholzbestände - ein ernstes Problem der Buchenwirtschaft in Niedersachsen, Forst- und Holzwirt, 1952, S. 61 - 64

BROWN, J.M.B.: Influence of shade on increment, stemform and health on Beech plants in the nursery, Rep. For. Res., For. Comm.Lon. 1951/52/53, S. 60 bis 63

BURGER, H. Dänische und schweizerische Buchen, Schweizerische Zeitung für Forstwesen, 1933, S. 46 - 52

BURSCHEL, P.: Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Buche, Allgemeine Forstzeitschrift, 1961, S. 108 - 113

BURSCHEL, P., HUSS, J., KALBHENN, R.: Die natürliche Verjüngung der Buche, J.D. Sauerländer' Verlag, Frankfurt am Main, 1964, S. 186

BÜSGEN, M.: Blütenentwicklung und Zweigwachstum der Rotbuche (Fagus Silvatica), Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Bd. 48, 1916, S. 289 - 306

CIESLAR, A.: Die Bedeutung der klimatischen Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau,

Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 19o7, S. 1 - 19, 49 - 62

ELLENBERG, H.: Vegetation Mitteleuropas, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 1963, S. 953

ENGLER, A.: Tatsachen, Hypothesen und Irrtümer auf dem Gebiete der Samen-Provenienz-Frage, Forstw. Centralblatt 19o8, S. 295 - 314

ENGLER, A.: Untersuchungen über den Blattausbruch und das sonstige Verhalten von Schatten- und Lichtpflanzen der Buche und einiger anderer Laubhölzer, Mitteilungen des Schweiz. Centralbl. für das Forstliche Versuchswesen, Bd. 1o, 1911, S. 1o7 - 188

ENGLER, A.: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse, Mitteilungen der Schweiz. Anstalt Forst. Versuch, 1913, 191 - 386

FABRICIUS, L.: Erkennung von Auslesestämmchen in Buchenjungwüchsen, Forstwissenschaftl. Centralblatt, 51, 1929, S. 14 - 2o

GEIGER, R., WOELFLE, M., SEIP, L.: Höhenlage und Spätfrostgefährdung, Forstwissenschaftl. Centralblatt, 55, 1933, S. 579 - 592

HASSAN, S.M.: Untersuchungen über Organunterschiede von Fichtenpflanzen im Reinbestand und im Mischbestand mit Erle, Dissertation der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg, 1976

HAUCH, L.A.: Erblichkeit bei Buche und Eiche, Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 35, 1909, S. 333 - 348

HAUCH, L.A.: Die Wirkung des Spätfrostes in jungen Buchenwaldungen, Forstwissenschaftlichen Centralblatt, 31, 1909, S. 307 - 322

HENGST, X.: Praktische Kultur- und Jungwuchspflege, Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen, 1954

HOERNSTEIN, P.: Untersuchungen über den Stammabfluß von Koniferen und seine Abhängigkeit von deren Morphometrischer Ausgestaltung, Dissertation der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg, 1977

HOLM, F.: Races de Hêtre, Det forstlige Forsøgsvaesen i. Danmark, 1937

HUBER, B.: Untersuchungen über das Knospentreiben der Buche und einiger anderer Gehölze, Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 51, 1931, S. 51 - 61

KALELA, A.: Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten, Communicationes Instituti Forestalis Fenniace, Bd. 26, 1937, S. 1 - 434

KRAHL-URBAN, J.: Hinweise auf individuelle Erbanlagen bei Eichen und Buchen, Zeitschrift für Forstgenetik, Bd. 2, 152/53, S. 51 - 59

KRAHL-URBAN, J.: Zur genetischen Beurteilung der Buche, Forstwissenschaftl. Centralblatt, Bd. 76, 1957, S. 246 - 254

KRAHL-URBAN, J.: Eichen- und Buchenrassenstudien in Österreich, Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Bd. 76, 1958, S. 34 - 60

KRAHL-URBAN, J.: Vorläufige Ergebnisse von Buchenprovenienzversuchen, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Bd. 11/12 1958, S. 242 - 251

KÜBLER, H.: Die Frosthärte der Holzgewächse, Forstarchiv, 1961, S. 206 - 208

MEYER, F.H.: Die Entwicklung von Buchen-Jungpflanzen in unterschiedlichem Bodenmilieu, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 74, 1961, S. 292 ff.

MUHLE, O., KAPPICH I.: Erste Ergebnisse eines Buchenprovenienz- und Verbandsversuches im Forstamt Bramwald, Bd. 50, 1979, S. 65 - 69

MÜNCH, E.: Beobachtungen über die Laubentfaltung der Buche,
Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Bd. 48, 1946

PRODAN, M.: Forstliche Biometrie,
B.L.V. Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Berlin, 1961

RODENWALD, U.: Die spättreibende Buche,
Forstwissenschaftliches Centralblatt, Bd. 68, 1949, S. 151 - 161

ROHMEDER, E.: Beobachtungen über früh- und spättreibende Buchen,
Forstwissenschaftl. Centralblatt, Bd. 56, 1934, S. 517 ff.

ROHMEDER, E und SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume,
Verlag Paul Parey, 1959, S. 338

ROHMEDER, E.: Das Problem der Erkennbarkeit überdurchschnittlicher Wuchsveranlagung am Phänotyp Mutterbäume,
Forstwissenschaftl. Centralblatt, Bd. 8o, 1961, S. 321 - 344

ROHMEDER, E.: Die Qualitätsbeurteilung forstlicher Jungpflanzen,
Allgemeine Forstzeitung, 1961, S. 697 - 699

RUBNER, K.: Die Spätfröste und die Verbreitungsgrenzen unserer Waldbäume,
Forstwissenschaftl. Centralblatt, 1921, S. 41 - 49

RUBNER, K.: Zum Baumrassenproblem in Mitteleuropa, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Bd. 4, 1956, S. 1 - 10

RUBNER, K.: Grundlagen des Waldbaus, Neumann Verlag, Radebeul und Berlin, 1960, S. 620 ff.

SCHÄDELIN, W.: Die Auslesedurchforstung, Verlag Paul Parey Bern - Leipzig, 1942

SCHMIDT, H.: Zur genetischen Beurteilung der Buchen in den Bayerischen Alpen, Forstwissenschaftl. Centralblatt, Bd. 48, 1955, S. 154 - 163

SCHMIDT, H.: Die Gütebeurteilung von Forstpflanzen, B.L.V. Verlagsgesellschaft, München, 1961

SCHNELLE, F.: Pflanzen-Phänologie, Akademische Verlagsgesellschaft, Geest und Portig K-G, Leipzig 1955, S. 299 ff

SIEGEL, S.: Nichtparametrische statistische Methoden, Fachbuchhandlung für Psychologie, Verlagsabteilung, Frankfurt am Main, 1976

TRAUBOTH, V.: Untersuchungsergebnisse über Buchenpflanzungen auf der Freifläche, Allgemeine Forstzeitung, Nr. 9/10, 1979, S. 205 - 206

WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik, Fischer Verlag Jena, 1956

WIEDEMANN, E.: Die Rotbuche,
Mitteilung der Preuß. Forstl. Versuchsanstalt, 1932, S. 167 ff

LEBENSLAUF

Am 13. Juni 1950 wurde ich als viertes Kind des Installateurs René SITTLER und seiner Frau Augustine, geb. SCHNEIDER, in Rhinau (Frankreich) geboren.

Dort besuchte ich von 1955 bis 1961 die Grundschule und anschließend bis 1963 das Collège d'Enseignement Genéral. Danach wechselte ich auf das Collège d'Enseignement Secondaire von Matzenheim über, wo ich im Sommersemester 1968 die Reifeprüfung ablegte.

An der Universität von Straßburg nahm ich dann das Studium der Geographie auf (Hauptfächer Klimatologie, Hydrologie und Biogeographie), das ich im Sommersemester 1973 mit der Maîtrise ablegte. In dieser Zeit arbeitete ich von 1971 bis 1973 als Tutor an einem Gymnasium, um mein Studium zu finanzieren.

Mit Hilfe eines Stipendiums des Landes Baden-Württemberg, und anschließend der DAAD setzte ich ab 1974 mein Studium an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg fort, mit dem Ziel, mich auf dem Gebiet der angewandten Ökologie und der Umweltforschung mit Einschluß der Fächer Landespflege und Limnologie weiterzubilden.

Seit Januar 1978 bin ich bei der Forschungsstelle für Experimentelle Landschaftsökologie tätig und befaßte mich dort mit experimentell ökologischen Untersuchungen an Buchenprovenienzen jugoslawischer Herkunft, deren Auswertungen Grundlagen meiner Dissertation waren.